

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

*“Control de polución de polvo durante la carga de malta”*  
**CYMPAY - Ambev**

**Proyecto N°:** *PFC 2006B*

**Autores:**

Diego Akerman  
Gonzalo Parreño

**Tutor:**

*Ing. Reynoso, Guillermo*

**Dirección de Proyectos:**

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli, Aníbal

*AÑO 2020*

## Resumen

En el presente proyecto final de carrera, se realizó el rediseño y cálculo para un sistema de aspiración de polvo durante la etapa de carga de malta en camiones. Dicho sistema se encuentra en la planta Ambev, filial Cervecería y Maltería Paysandú (CYMPAY), radicada en Instrucciones del Año XIII Nro. 775 en el departamento de Paysandú (República Oriental del Uruguay)

El estudio está basado en mejorar el sistema actual de aspiración durante el proceso de carga de camiones, con la necesidad de controlar la polución ambiental, lo cual amenaza la salud de los trabajadores, equipos cercanos a la zona y vecinos de la planta.

La solución plantea dos alternativas:

- 1) Derivar parte de la tubería de aspiración hacia un nuevo filtro a reutilizar.
- 2) Rediseñar por completo las tuberías y utilizando un nuevo equipo de filtrado.

La elección de la alternativa a utilizar, quedará a cargo de la empresa.

**Palabras claves:** Aspiración, Polución, Ambiente, Contaminante, Polvo.

## Abstract

In this final degree project, the redesign and calculation for dust aspiration system was carried out during the stage of malt loading in trucks.

The system is located in the Ambev plant, a subsidiary of the Cerveceria y Malteria Paysandú (CYMPAY) addressed in Instrucciones del Año XIII Nro. 755 in the Paysandú Department, (Oriental Republic of Uruguay).

The study is based on improving the current aspiration system during the truck loading process, with the need to control environmental pollution, which threatens the health of workers, the equipment near the area and plant neighbors.

The solution raises two alternatives:

- 1) Divert part of the suction pipe to a new filter to be reused.
- 2) Completely redesign the pipes and using new filter equipment.

The choice of the alternative to be used will be the responsibility of the company.

**Keywords:** Aspiration, Pollution, Environment, Contaminant, Dust

## Agradecimientos

A nuestras familias, por el apoyo incondicional durante el transcurso de nuestra carrera.

A la comunidad educativa de la UTN – CDU por la formación y servicio a lo largo de estos años.

A los Ing. Gustavo Puente y Aníbal De Carli, docentes de la cátedra proyecto final.  
Al Ing. Guillermo Reynoso, tutor de proyecto, por su gran predisposición.

A CYMPAY, en especial al Ing. Diego Cabrera por abrirnos las puertas y brindarnos la información para realizar este proyecto.

A nuestros compañeros y amigos por la compañía y apoyo incansable.

## Introducción

Ambev es una empresa multinacional que produce cervezas de marca global, una de sus filiales es Cervecería y Maltería Paysandú (CYMPAY).

CYMPAY, también conocida como ex fábrica Norteña, es una fábrica que se dedica a producir Cebada Malteada (Malta). Proceso en el que la cebada se convierte en malta. Se remoja y germina la cebada para activar el grano, así el almidón queda disponible y las enzimas activas para usar más adelante. Luego se realiza un secado que otorga el color y sabor a la malta.

## Identificación de la planta

- Razón Social: Cervecería y Maltería Paysandú S.A.
- Ruc: 210001680013
- Dirección: Instrucciones del año XIII N° 775 – Paysandú, Uruguay

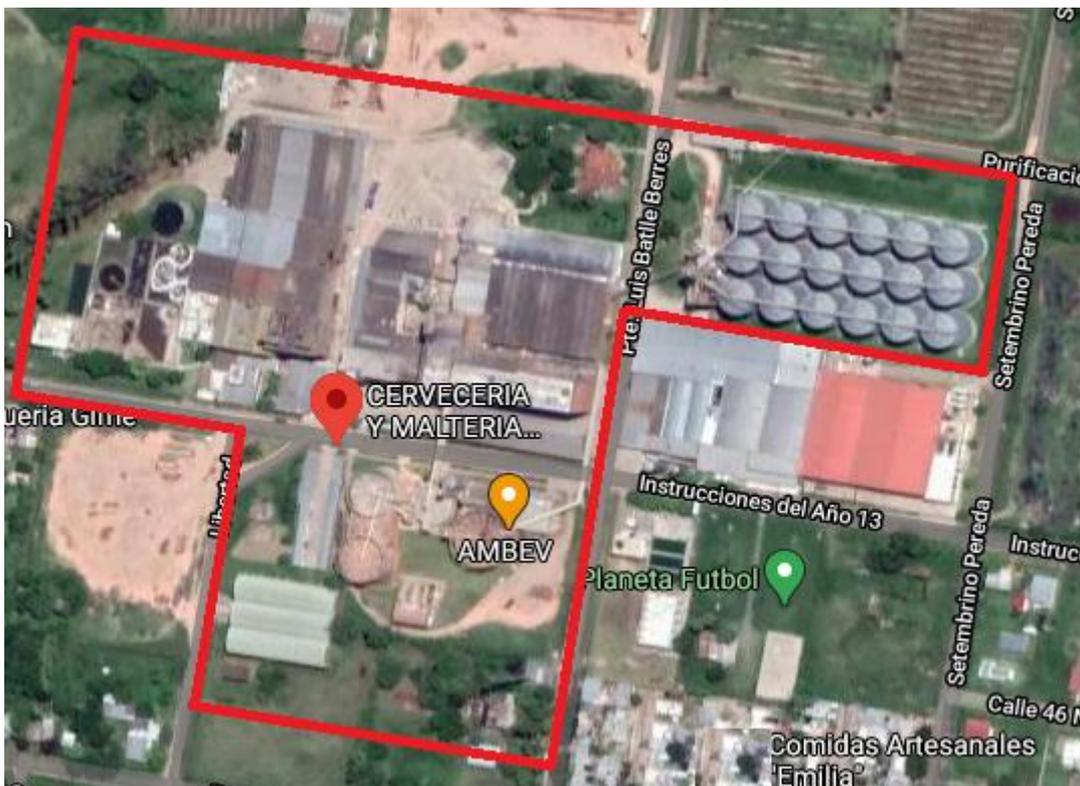


Imagen 1 – Google Maps (<https://goo.gl/maps/8KmfLCKbdJthCNog6>)

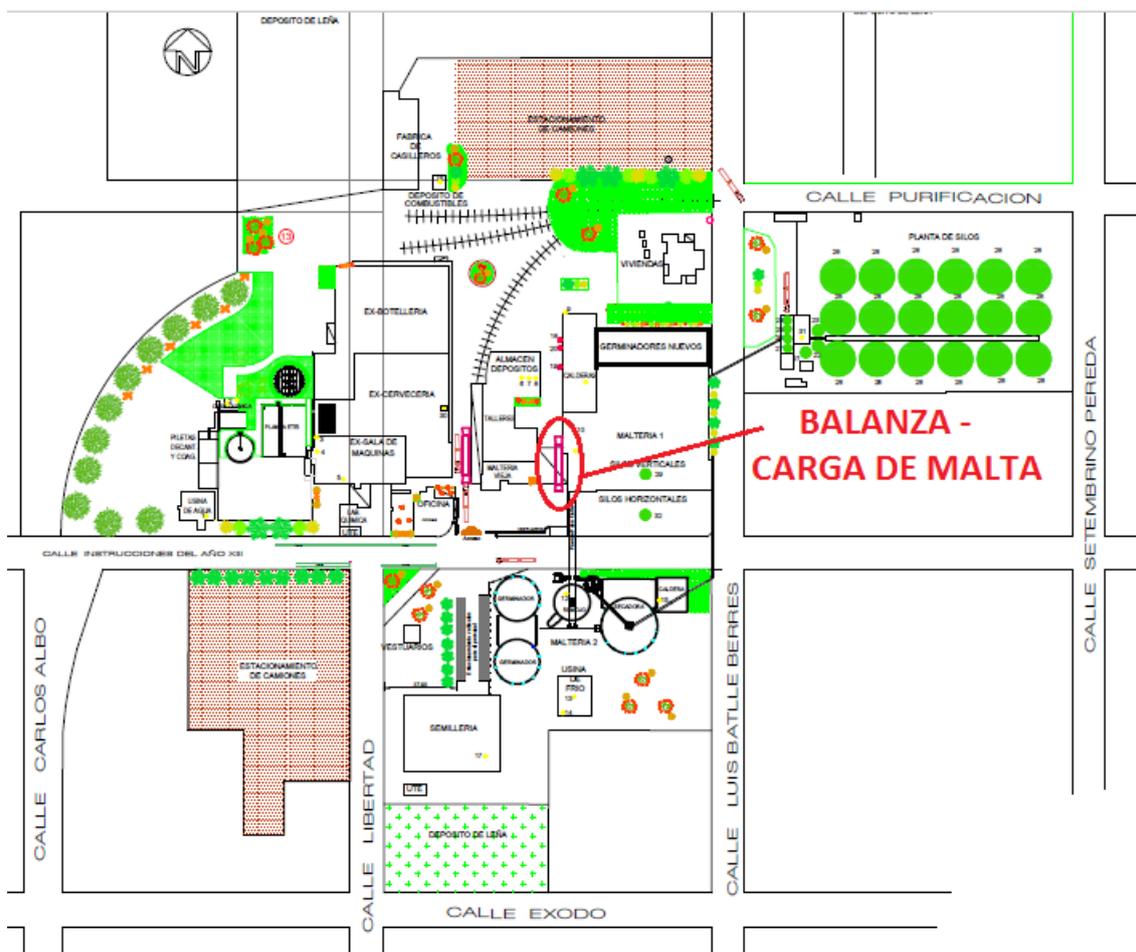


Imagen 2 – Plano de planta

### Situación problemática

Durante la etapa de carga de Malta en camiones, se genera una elevada concentración de partículas en suspensión en el ambiente, representando un riesgo a la salud de los trabajadores por la repetitiva exposición a estas condiciones insanas y a su vez, afecta en gran medida a los equipos cercanos (torres de enfriamiento) reduciendo su rendimiento.

En las siguientes dos imágenes, se puede apreciar lo descrito anteriormente:



Imagen 3



Imagen 4

### Zona de carga actual

La zona de carga, está compuesta por dos redlers cerrados, que transportan el grano hacia la balanza, donde se encuentra el camión con su acoplado. La carga del grano en el camión, se produce en caída libre, controlada por distintos registros neumáticos que dispone el redler. Durante la caída del grano, se produce una gran cantidad de polvo en suspensión. En la imagen 5 se puede apreciar la balanza, el redler con sus registros y por encima del mismo, el sistema de aspiración actual (ineficiente)



Imagen 5

### Objetivos:

- Controlar el material particulado en suspensión en la plataforma de carga mejorando el sistema actual de aspiración.
- Rediseñar el sistema de aspiración de polvo para la carga de malta.
- Dar cumplimiento a los “Estándares Calidad de Aire del GRUPO GESTA AIRE” versión 2015 – PM10 y PM2.5 (DINAMA - Uruguay)
- Dar cumplimiento a los “Estándares de Contaminación Acústica” – Reglamentación: Ley 17852 (DINAMA - Uruguay)
- Mejorar la eficiencia energética en el sistema de aspiración

### Alcances:

- Zona de carga de Malta
- Ingeniería básica, propuesta de solución.
- Reducir la concentración del material particulado en la zona de carga.
- Reducir el nivel sonoro.
- Ingeniería de detalle en mejoras a realizar.
- Reingeniería del sistema y evaluación de costo, no se incluye parte eléctrica

No se incluye plan de montaje.

### Metodología a utilizar:

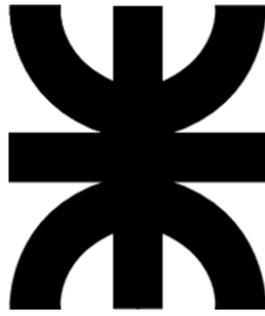
1. Relevamiento del lugar donde se llevará a cabo el proyecto.
2. Estudio de la problemática.
3. Estudio de normativa vigente.
4. Propuesta de Ingeniería Básica.
5. Ingeniería de Detalle de la instalación de acuerdo a los alcances.

### Impacto:

- Reducción de la polución al ambiente.
- Condiciones de trabajo más seguras.
- Cumplimiento en la reglamentación Dirección Nacional del Medio Ambiente (DINAMA)
- Dar cumplimiento a las normas de referencia:
  - Ley N° 5032 “Accidentes de Trabajo – Medidas de Prevención” (R.O.U)
  - Decreto 406/88 “Prevención de Accidentes de Trabajo” (R.O.U)

Según:

- Artículos 51, 57 y 28 -3b)



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

*“Control de polución de polvo durante la carga de malta”-  
Ingeniería Básica*

**Proyecto Nº:** *PFC 2006B*

**Autores:**

Diego Akerman  
Gonzalo Parreño

**Tutor:**

*Ing. Reynoso, Guillermo*

**Dirección de Proyectos:**

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli, Aníbal

*AÑO 2020*

*Ing. Pereira 676 – C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina  
Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: [frcu@frcu.utn.edu.ar](mailto:frcu@frcu.utn.edu.ar)*

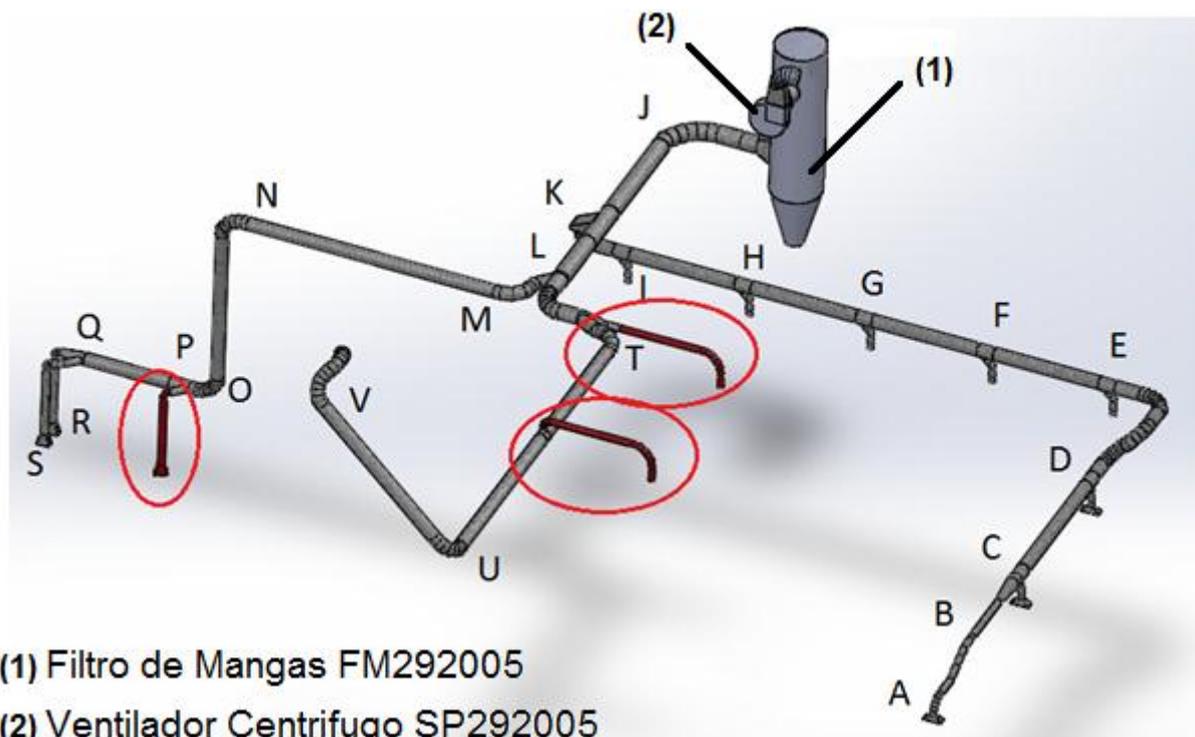
**CONTENIDO**

Ingeniera Básica.....	3
Alternativas .....	5
Alternativa 1: .....	6
Alternativa 2: .....	7
Sujeciones.....	8
Comparación de las dos alternativas: .....	8

## Ingeniera Básica

Se propone rediseñar y mejorar el sistema de aspiración actual (S292003), mediante dos alternativas a describir más adelante.

Configuración del sistema actual:

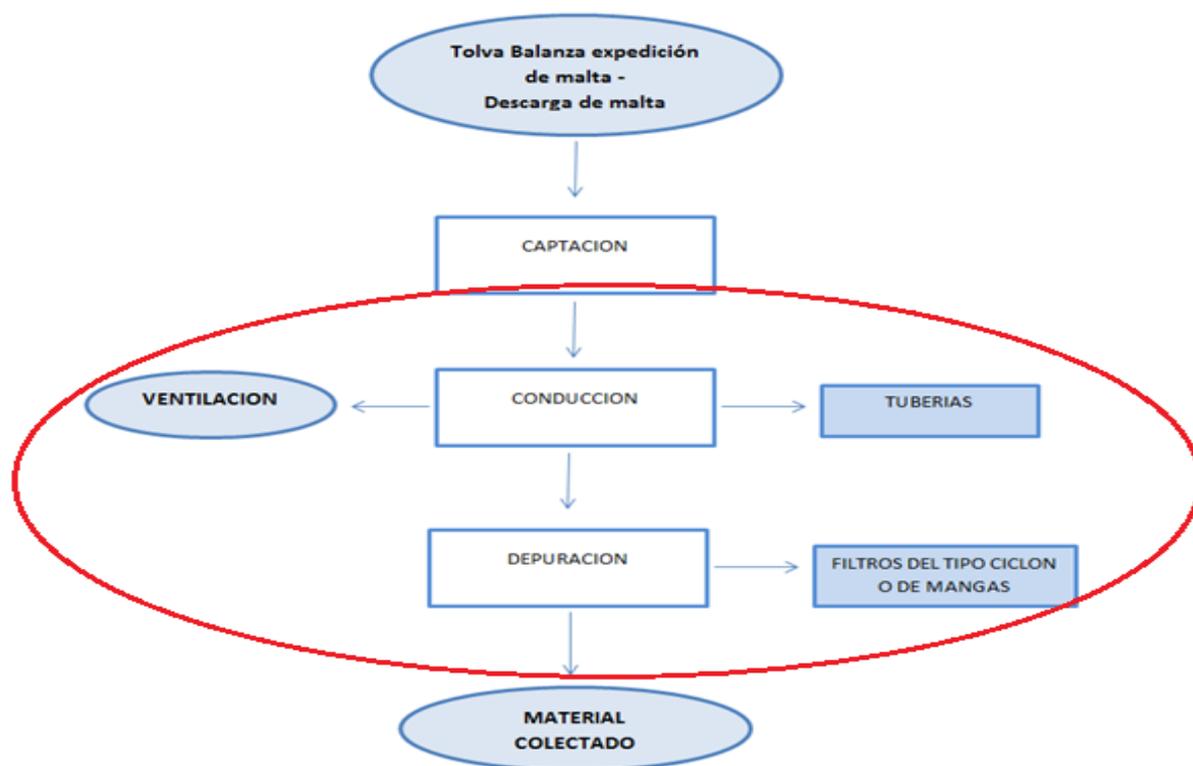


S292003 – Sistema de Aspiración Actual

Tramo	Ramal	
		Los tramos encerrados con rojo serán desmantelados ya que se encuentran aspirando de equipos fuera de servicios.
A-B	Ramal 1	Tramo A-D, aspira de un redler cerrado, los captore de aspiración son A,C y D, del tipo campana (44x19cm con reducción a 4")
B-C		
C-D		
E-F		Tramo E-K, aspira de un redler cerrado, los captore de aspiración son I, H, G, F y E, del tipo boca circular de 4"
F-G		
G-H		
H-I		
K-J	Ramal	Se propone eliminar la curva de unión del Ramal 1 al Ramal Principal en K, por una de menor perdida de carga
K-L	Ppal.	
M-N	Ramal 2	Captore de aspiración R y S, son del tipo campana (23x9cm) y aspiran de redlers cerrados
N-O		
P-Q		
Q-S		
Q-R		
T-U	Ramal 3	El punto V, es un captor de aspiración que aspira de una cinta transportadora, el mismo es de 12"
U-V		

**T292003**

Cualquiera de las dos alternativas fue realizada teniendo en cuenta el siguiente diagrama de flujo de proceso del sistema de aspiración de polvo:



### L292001

Se resalta en rojo los elementos del layout a estudiar

### Alternativas

Las alternativas a proponer, se basan:

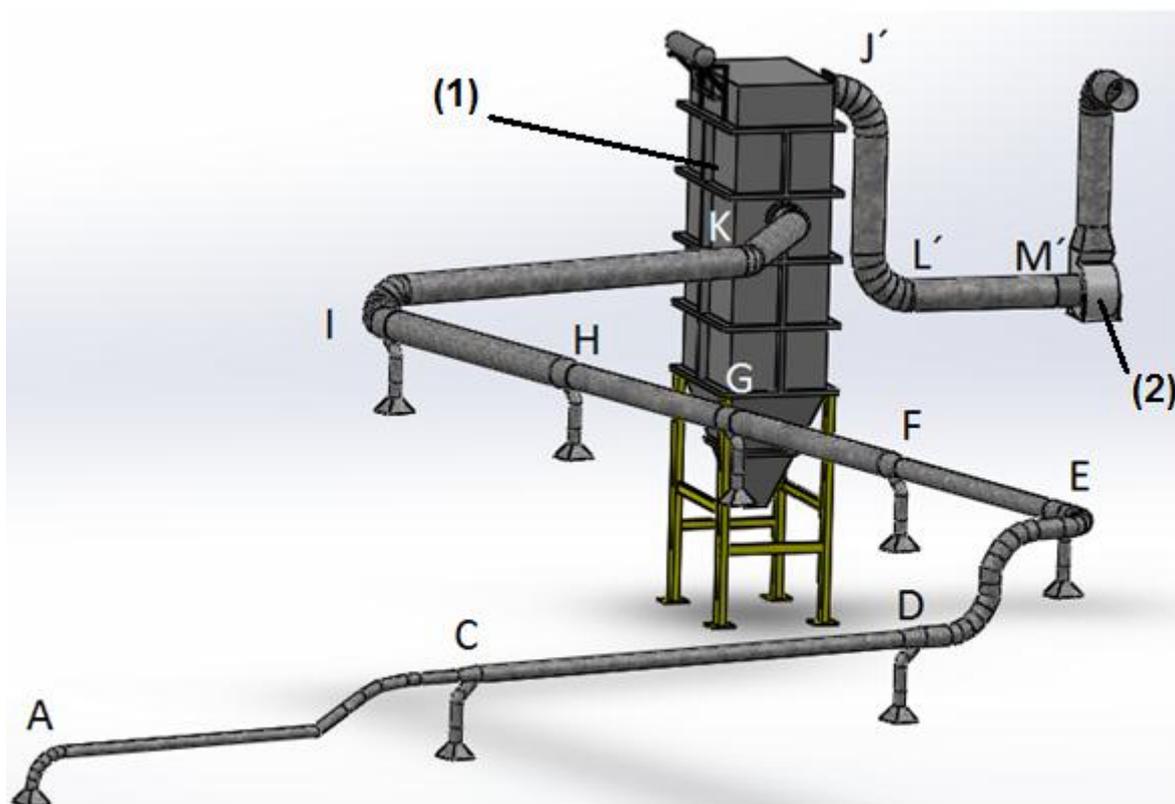
- **Alternativa 1:** Se propone reutilizar depuradores que se encuentran en planta.
- **Alternativa 2:** Se propone un depurador completamente nuevo.

**Alternativa 1:**

Se plantea dividir el Ramal 1 y los Ramales 2 – 3, en dos sistemas de aspiración distintos.

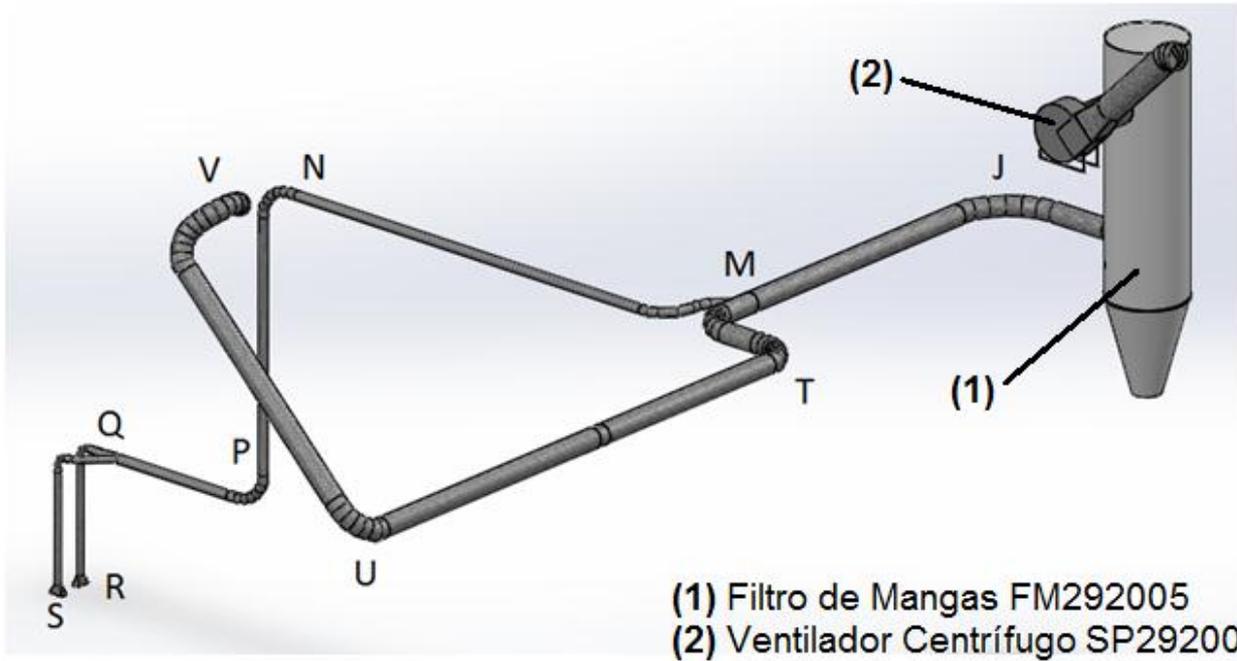
Siendo S292008 el sistema correspondiente al Ramal 1, donde se propone reutilizar un depurador que se encuentra fuera de servicio.

Los Ramales 2 y 3 corresponderán al sistema S292005, donde se propone mantener el filtro de mangas actual.



(1) Filtro de Mangas FM292008  
(2) Ventilador Centrífugo SP292008

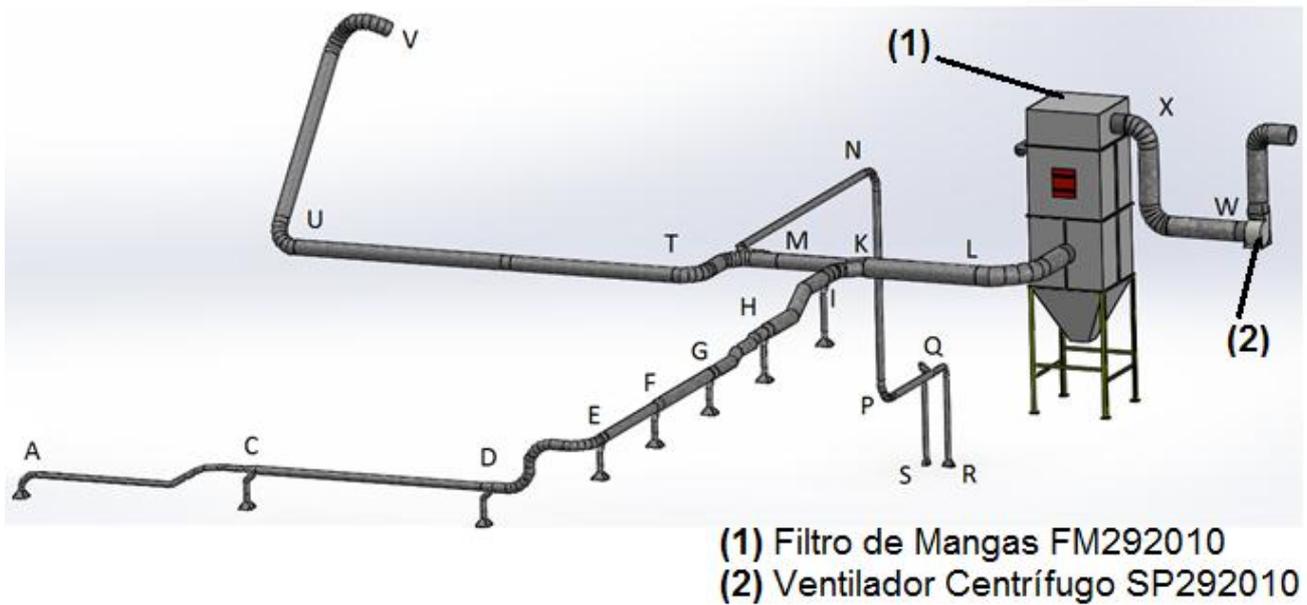
S292008



S292005

**Alternativa 2:**

Se plantea mantener los tres Ramales juntos y colocar un nuevo depurador, denominado S292010



S292010

## Sujeciones

Para cualquiera de las dos alternativas, se plantea sujetar las tuberías mediante abrazaderas y varillas trefiladas (de largo según corresponda) con tensores empotradas al techo.

A su vez, el peso de la tubería estará apoyado en las campanas que estarán bridadas a los equipos a aspirar, y las distintas paredes y pisos que atraviesa.

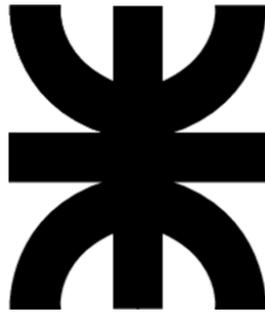
## Comparación de las dos alternativas:

	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2
<b>Costo de Inversión</b> (Bajo 1, Medio 0, Alto -1)	2	1	-1
<b>Mantenimiento</b> (Bajo 1, Medio 0, Alto -1)	2	0	1
<b>Eficiencia</b> (Baja -1, Media 0, Alta 1)	3	0	1
<b>Consumo Energético</b> (Bajo -1, Medio 0, Alto 1)	3	-1	0
<b>Espacio Físico Ocupado</b> (Reducido -1, Medio 0, Amplio 1)	1	-1	0
<b>TOTAL</b>		-2	3

Ponderación: 1 Irrelevante, 2 Considerable, 3 Importante

Como conclusión de este análisis, se observa que la Alternativa 2 presenta mejores características para la aplicación propuesta, considerándola la más conveniente.

Sin embargo, en este estudio se proyectan ambas propuestas, dejando a criterio de la empresa la elección de la alternativa a llevar a cabo.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

*“Control de polución de polvo durante la carga de malta”-*  
**INGENIERIA DE DETALLES**

**Proyecto Nº:** *PFC 2006B*

**Autores:**

Diego Akerman  
Gonzalo Parreño

**Tutor:**

*Ing. Reynoso, Guillermo*

**Dirección de Proyectos:**

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli, Aníbal

*AÑO 2020*

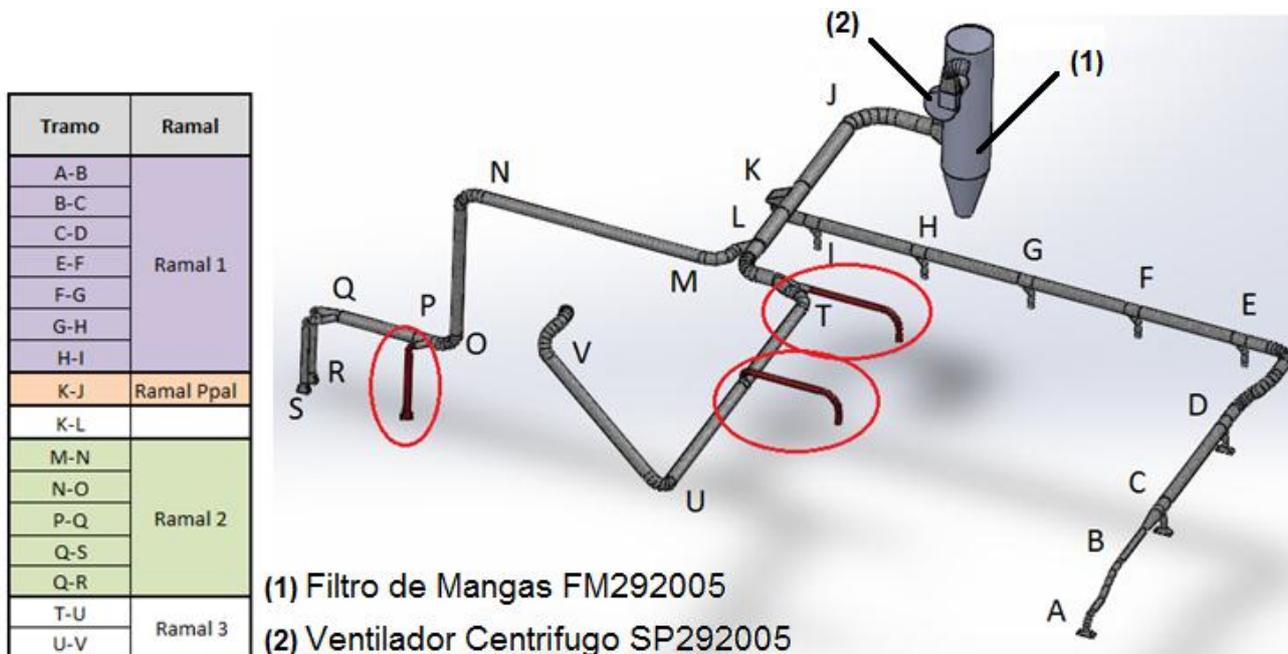
*Ing. Pereira 676 – C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina  
Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: [frcu@frcu.utn.edu.ar](mailto:frcu@frcu.utn.edu.ar)*

## Contenido

<i>Estudio del Sistema de Aspiración Actual</i> .....	3
<i>Alternativa 1:</i> .....	5
<i>Tuberías - Codos – Conexiones – Sujeciones (A1)</i> .....	12
<i>Alternativa 2:</i> .....	16
<i>Tuberías - Codos - Conexiones – Sujeciones (A2)</i> .....	23
<i>Campanas de Aspiración</i> .....	24
<i>Mantenimiento</i> .....	27
<i>Evaluación de costos</i> .....	28
<i>Impactos directos e indirectos</i> .....	31
<i>Aspectos de seguridad</i> .....	32
<i>Anexos Ingeniería Detalles</i> .....	33
<i>Índice General:</i> .....	36

### Estudio del Sistema de Aspiración Actual

El sistema de aspiración actual (S292003), consta de tres ramales. Esto hace que tanto el depurador, como el ventilador, estén sub-dimensionados para este sistema, siendo completamente ineficiente.



#### I01T – S29003

Imagen Sistema de Aspiración Actual

Se realizaron distintas mediciones de velocidad de circulación del aire en los dos únicos puntos de inspección de toda la tuberías (ubicados en las tramos K-L y H-I), obteniéndose una velocidad promedio de 5,5m/s. velocidad muy por debajo de lo recomendado, de entre 15 y 25m/s. A su vez, se encontró dentro de las tuberías, una gran cantidad de polvo acumulado, en la foto F01A se puede apreciar lo mencionado.



F01A

Para la medición de velocidad, se utilizó un anemómetro Extech EN500



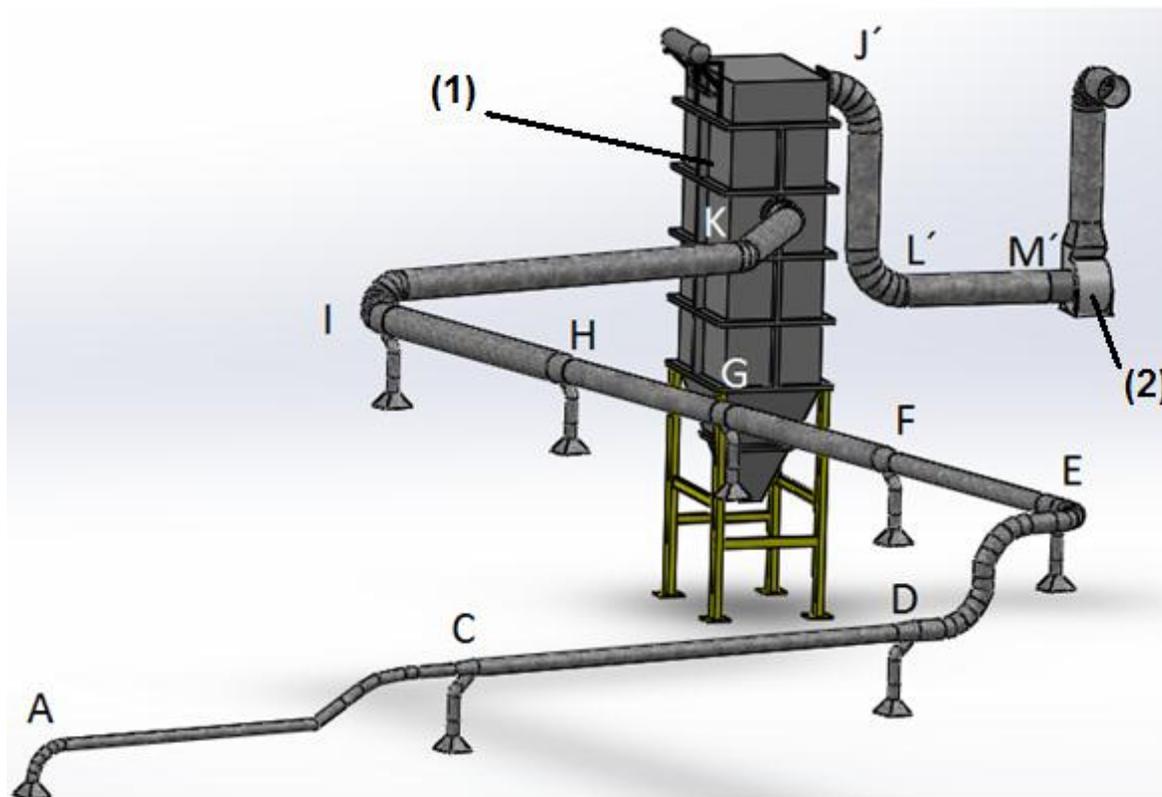
En este proyecto, se rediseñó el sistema de aspiración, modificando las dimensiones de las tuberías, obteniendo así dos alternativas, quedando a cargo de la empresa por cuál de ellas optar.

## Alternativa 1:

### Ramal 1

Será un sistema independiente, reutilizando un filtro de mangas completo (filtro, ventilador, motor, válvula rotativa) que actualmente se encuentra fuera de servicio en la planta.

A este sistema se lo denomina Sistema de Aspiración 8 (S292008)



(1) Filtro de Mangas FM292008  
(2) Ventilador Centrífugo SP292008

### IA1 - S292008

Imagen Sistema Aspiración 8 ; Ramal 1 -Alternativa 1

- Plano Adjunto P-S292008

	<b>Filtro de Mangas</b>	<b>FM292008</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Ventec	Modelo: JP – 42/2540	Ref. Pag. 11 de Memorias de Cálculos	

**Datos del depurador:**

- Caudal de aspiración: 6000m<sup>3</sup>/h
- Superficie filtrante: 50,27m<sup>2</sup>
- Ratio de filtrado: 118m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>
- Material filtrante: Poliéster punzonado 550g/m<sup>2</sup>
- Nro. De mangas: 42
- Largo de mangas: 2540mm
- Diámetro de mangas: 150mm

**FA1 - FM292008**

Foto Filtro Mangas Ramal 1 - Alternativa 1

Este filtro será instalado sin la escalera guarda hombre, ya que se colocará entre un 1er y 2do piso. Se tendrá acceso a la parte superior del filtro desde el segundo piso.

- Anexo Plano FM292008-Ventec

	<b>Válvula Rotativa</b>	<b>ESC292008</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Ventec	Modelo: VRF – 200	Ref: Pag. 11 de Memorias de Cálculos	
La descarga del depurador (FM292008), cuenta con una <b>válvula rotativa</b> de siguientes características: <ul style="list-style-type: none"><li>- Capacidad: 1,8m<sup>3</sup>/h (llenado al 30%)</li><li>- Diámetro rotor: 200mm</li><li>- Rotación de trabajo: 30rpm</li></ul>			

	<b>Motorreductor</b>	<b>MR292008</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Torwel	Modelo: MRS – 70	Ref: Pag. 11 de Memorias de Cálculos	
La válvula rotativa será accionada mediante el motorreductor de: <ul style="list-style-type: none"><li>- 0,75CV</li><li>- 4polos</li><li>- 220/380V ; 50Hz</li></ul>			

	<b>Ventilador Centrifugo</b>	<b>SP292008</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Ventec	Modelo: PAC – 22 - 450	Ref: Pag. 21 de Memorias de Cálculos	

La aspiración se realizará por medio de un **ventilador** del tipo centrífugo:

- Caudal: 6000m<sup>3</sup>/h
- Delta P: 280mmca
- Rpm: 2925



**FA1 - SP292008**

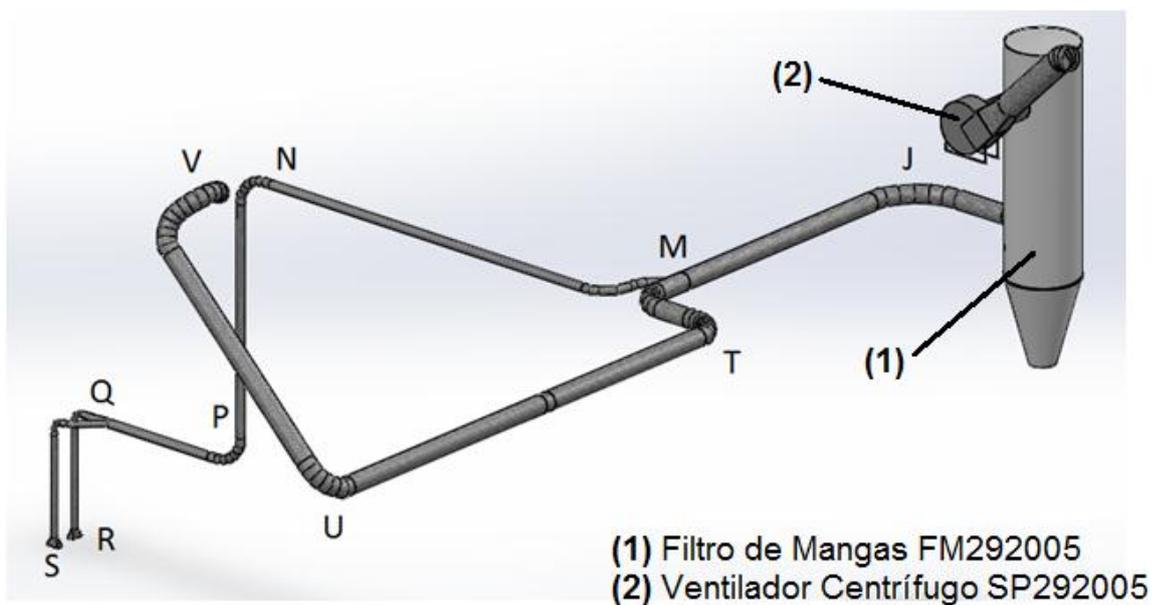
Foto Ventilador Ramal 1 - Alternativa 1

- Ver Anexo SP292008 – Ventec 1 y SP292008 – Ventec 2

### Ramal 2 y 3

Mantendrán el mismo filtro de mangas que está actualmente en este sistema.

A este sistema se lo denomina Sistema de Aspiración 5 (S292005)



#### FA1 - S292005

Imagen Sistema de Aspiración 5 ; Ramal 2 y 3 - Alternativa 1

- Plano Adjunto P-SP292005

	<b>Filtro de Mangas</b>	<b>FM292005</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Seeger – Jesma	Modelo: DF/DFH 27/3000	Ref. Pag. 12 de Memorias de Cálculos	

**Datos del depurador:**

- Caudal de aspiración: 4500m<sup>3</sup>/h
- Superficie filtrante: 30m<sup>2</sup>
- Ratio filtrado: 150m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>
- Material filtrante: Poliéster punzonado 350g/m<sup>2</sup>
- Nro. De mangas: 27
- Largo de mangas: 3000mm
- Diámetro de mangas: 120mm



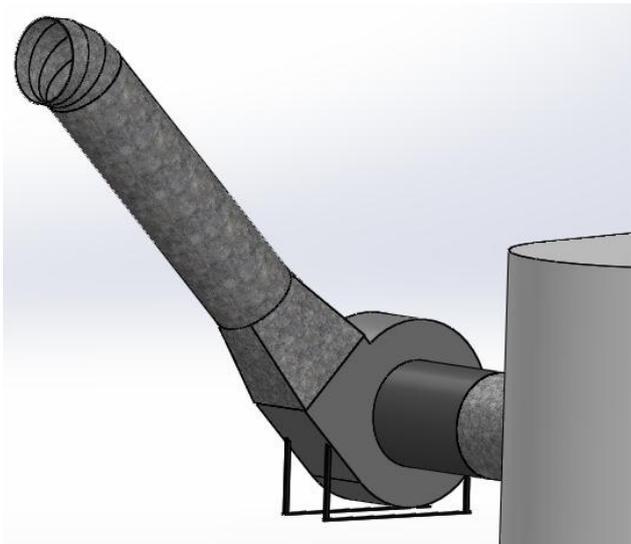
**A - Foto filtro de mangas (2do piso)**  
**B - Foto descarga filtro de manga y válvula rotativa (1er piso)**

**FA1 - FM292005**

Foto Filtro Mangas Ramal 2 y 3 - Alternativa 1

- Ver Anexo FM292005 - JesmaCoJet

La descarga es controlada por una **válvula rotativa** (ESC292005) que ya se encuentra instalada (no se pudo tener información sobre la misma)

	<b>Ventilador Centrifugo</b>	<b>SP292005</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Miag Branschweig	Modelo: BC 530	Ref. Pag. 23 de Memorias de Cálculos	
<p>Se utilizará el mismo ventilador que cuenta actualmente el depurador FM292005</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Caudal: 4600m<sup>3</sup>/h</li><li>- Delta P: 65mmca</li><li>- Rpm: 1430</li></ul> <p>Se mejorará la descarga del ventilador, ya que actualmente la curva en la salida es opuesta al sentido de giro, generando una gran pérdida de carga y pérdida de rendimiento de entre un 25% a 30%.</p>			
			
<p><b>FA1 – SP292005 (descarga del ventilador actual)</b> Foto Ventilador Ramal 2 y 3 - Alternativa 1</p>			
			
<p><b>IA1 – SP292005</b> Imagen mejora en descarga Ventilador Ramal 2 y 3 - Alternativa 1 Plano P-TCC S292005-2 / P-TCCS292005-3</p>			

**Tuberías - Codos - Conexiones -  
Sujeciones (A1)****TCCS292001**

Pág. 1/1

**Tuberías Alternativa 1**

Los ductos a rediseñar serán los del ramal 1 y 2 (el ramal 3 se mantendrá tal cual se encuentra hoy en día) se construirán mediante chapa de acero galvanizado engrafado, serán de sección circular, lisos, libres de abolladuras, de espesor 1,20mm (Nº 18). En la siguiente tabla (T01D) se especifica el diámetro de caño adoptado para su fabricación y la longitud de tramo recto.

	Tramo	Diámetro (mm)	Longitud tramo recto (m)
RAMAL 1	A-C	110	3,50
	C-D	155	3,50
	D-E	200	3,50
	E-F	200	3,70
	F-G	250	2,70
	G-H	250	2,70
	H-I	300	4,00
	I-K	300	2,88
J'-L'	300	2,70	
RAMAL 2	R-Q	100	2,00
	S-Q	100	2,00
	Q-P	140	2,10
	P-N	140	4,02
	N-M	140	6,10
RAMAL 3	V-U	305	4
	U-T	305	8,2
	T-M	305	0,5
	M-K	305	4,5

**T01D**

Los tramos rectos de conductos no serán mayores de 3m y las uniones entre los mismos serán del tipo auto-conectable. Es decir a uno de los extremos del tubo se le practica un machihembrado que reduce el diámetro lo suficiente para encajar dentro del otro extremo de otro tubo.

**I02I** – imagen ilustrativa del tipo de unión a utilizar

Los detalles constructivos se pueden visualizar en el P-TCC292001.

**Codos Alternativa 1**

Las curvas serán de radio medio R= 1,5 veces el diámetro del caño y con un mínimo de 3 gajos para curvas de 90°. El espesor de chapa adoptado para la fabricación será de 1,2mm (Nro. 18). Las uniones con los tramos rectos también serán del tipo auto-conectables.



**I03C** – Imagen ilustrativa de codo machihembrado

- Ver Planos:
  - P-TCC 292001-1
  - P-TCC 292001-2
  - P-TCC 292001-3
  - P-TCC 292001-4
  - P-TCC 292001-5
  - P-TCC 292001-6
  - P-TCC 292001-7

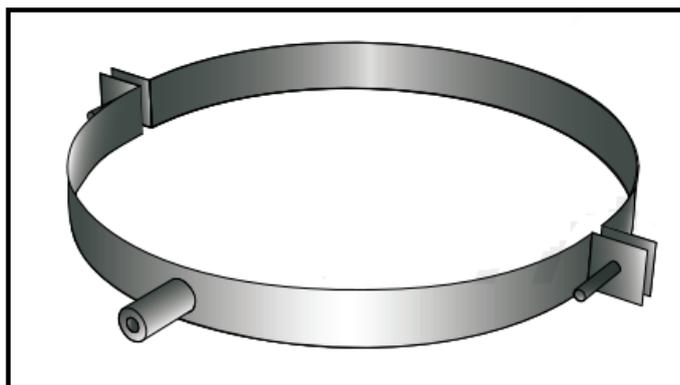
**Sujeciones Alternativa 1**

Las sujeciones serán por medio de varillas trefiladas SAE 1010 de ½” de diámetro, sujetas al techo y en el otro a un cáncamo de planchuela SAE 1010 de 1 ¼” x ¼”, que se abraza a la tubería. Estas abrazaderas estarán ubicadas entre los tramos que se indican en la tabla T02A, se indica también el diámetro de la abrazadera:

Tramo	Abrazadera (mm)	Largo Varilla (m)
C-D	155	3
E-F	200	2,4
I-K	300	1,5
N-M	140	0,8
M-J	305	0,8

**T02A**

Estas varillas constarán de un tensor metálico que permite ajustar la tensión de la misma.

**I04T****I05A**

- Ver Planos:
  - P-TCC S292001
  - P-TCC S292005-4
  - P-TCC S292008-4

**Conexión de la tubería al filtro Alternativa 1**

El ramal 1, se unirá al filtro FM292008 por medio de un cono bridado como se muestra en la imagen I06C, los detalles de fabricación se adjuntan en el P-FM292008-C

**I06C**

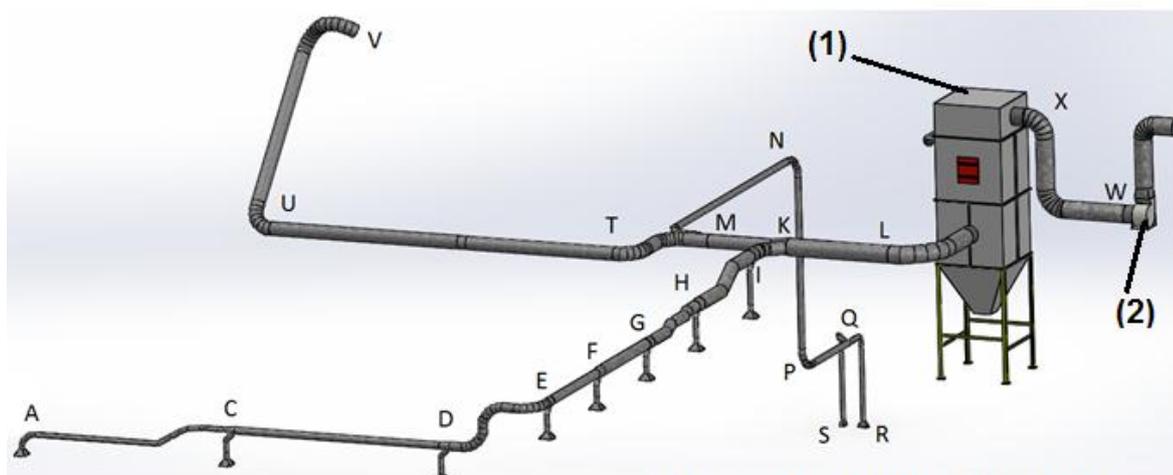
Los ramales 2 y 3, se unirán al filtro FM292005 mediante una campana bridada que ya se encuentra instalada, es decir, mantendrán la unión original, se muestra en la foto F01C

**F01C** – Se mantendrá la campana original que une el filtro con la tubería

### Alternativa 2:

Esta opción mantiene los tres ramales juntos (rediseñando las dimensiones del ramal 1 y 2, dejando el ramal 3 tal cual se encuentra hoy día) y se propone un nuevo filtro de mangas, y un nuevo ventilador acorde a la situación.

A este sistema se lo denomina Sistema de Aspiración 10 (S292010)



(1) Filtro de Mangas FM292010  
(2) Ventilador Centrífugo SP292010

### IA2 - S292010

Imagen Sistema de Aspiración 10 ; Ramal 1, 2 y 3 - Alternativa 2

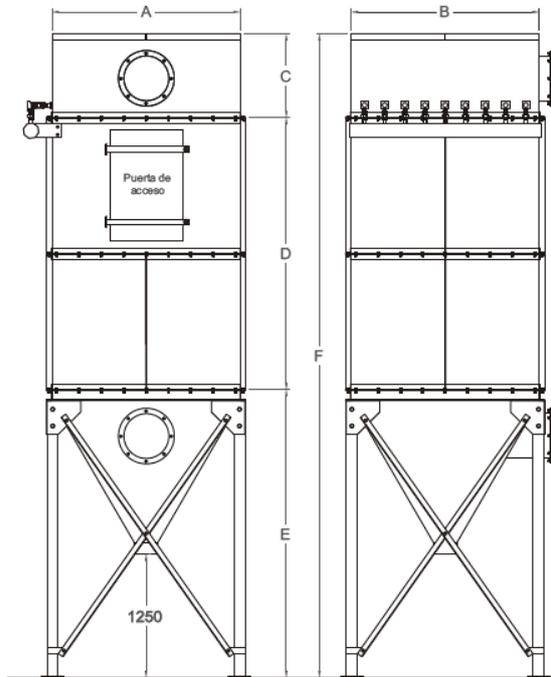
- Ver Planos:
  - P-S292010-1
  - P-S292010-2
  - P-S292010-3

	<b>Filtro de Mangas</b>	<b>FM292010</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Ing. Schelleberg	Modelo: FMA 49 – 150 -10	Ref: Pag. 12 de Memorias de Cálculos	

**Datos del depurador:**

- Caudal: 10428 m3/h.
- Superficie Filtrante: 69,5m2
- Material Filtrante: Poliéster punzonado no tejido de 400 gr/m2.
- Ratio de filtrado: 150 m3/h/m2
- Cantidad de mangas: 49
- Largo de mangas: 3000mm.
- Diámetro de mangas: 150mm.
- Tipo de sujeción: Snap band
- Canastos: malla alambre 3mm, galvanizado

Dimensiones



Modelo		A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso (kg)
FMA-25-120	8	1020	1020	550	2440	2150	5140	900
	10	1020	1020	550	3000	2150	5700	1000
FMA-25-150	8	1170	1170	550	2440	2280	5270	1000
	10	1170	1170	550	3000	2280	5830	1100
FMA-36-120	8	1210	1210	550	2440	2320	5310	1050
	10	1210	1210	550	3000	2320	5870	1200
FMA-36-150	8	1390	1390	550	2440	2470	5460	1200
	10	1390	1390	550	3000	2470	6020	1300
FMA-49-120	8	1400	1400	750	2440	2480	5670	1300
	10	1400	1400	750	3000	2480	6230	1450
FMA-49-150	8	1610	1610	750	2440	2660	5850	1550
	10	1610	1610	750	3000	2660	6410	1750
FMA-64-120	8	1590	1590	750	2440	2650	5840	1550
	10	1590	1590	750	3000	2650	6400	1750
FMA-64-150	8	1830	1830	750	2440	2850	6040	1800
	10	1830	1830	750	3000	2850	6600	2000
FMA-81-120	8	1780	1780	750	2440	2810	6000	1900
	10	1780	1780	750	3000	2810	6560	2100
FMA-81-150	8	2050	2050	750	2440	3040	6230	2200
	10	2050	2050	750	3000	3040	6790	2400
FMA-100-120	8	1970	1970	750	2440	2980	6170	2200
	10	1970	1970	750	3000	2980	6730	2450
FMA-100-150	8	2270	2270	750	2440	3230	6420	2550
	10	2270	2270	750	3000	3230	6980	2850
FMA-121-120	8	2160	2160	750	2440	3140	6330	2500
	10	2160	2160	750	3000	3140	6890	2750
FMA-121-150	8	2490	2490	750	2440	3420	6610	2850
	10	2490	2490	750	3000	3420	7170	3200

Nota: El peso indicado es del filtro completo, limpio y sin incluir el peso de accesorios tales como válvulas rotativas o estructuras adicionales para acceso.

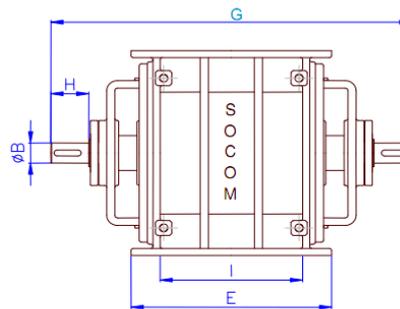
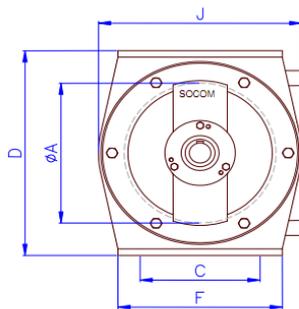
**TA2 – FM292010**

Tabla selección Filtro de Mangas - Alternativa 2

- Ver Anexo FM292010 - Schelleberg

	<b>Válvula Rotativa</b>	<b>ESC292010</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Socom	Modelo: Serie 280-14,04dm <sup>3</sup> /rev.	Ref. Pag. 17 de Memorias de Cálculos	

- Tipo: eje vertical
- Cuerpo: Fundición Gris
- Capacidad de desalajo: 14,04 dm<sup>3</sup>/rev
- Coeficiente de llenado: 60%

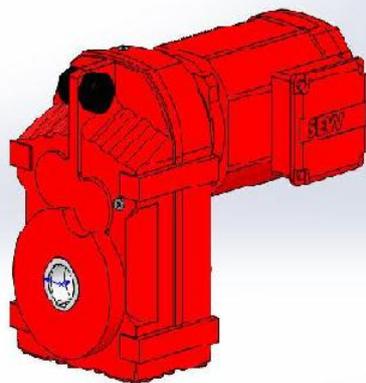


Serie	ØA	ØB	C	D	E	F	G	H	I	J	Vol./Transp. dm <sup>3</sup> /rev.
150	150	28	110	240	220	180	380	40	150	200	2.08
220	220	40	155	325	290	255	586	60	200	290	6.24
280	280	40	220	410	370	320	665	70	270	365	14.04
360	360	50	250	480	460	370	800	80	350	460	30.25
450	450	50	305	580	520	415	870	85	410	540	57.81
500	500	50	325	650	600	450	1000	110	490	600	81.61
600	600	55	400	800	690	530	1238	120	560	730	140.45
700*	700	55	470	900	852	622	1358	120	700	820	234.92
800*	800	65	600	980	900	760	1440	120	740	930	331.07

**TA2 – ESC292010**  
Tabla selección Válvula Rotativa - Alternativa 2

	<b>Motorreductor</b>	<b>MR292010</b>	Pag. 1/1
Fabricante: Sew – Eurodrive	Modelo: FA57DRE80M4	Ref: Pag. 18 de Memorias de Cálculos	

Accionará la Válvula Rotativa ESC292010



Datos técnicos					
FA57DRE80M4					
Características	Valor	Unidad	Características	Valor	Unidad
Velocidad nominal del motor	1435	1/min	Factor de duración	S1-100%	
Velocidad de salida	32	1/min	Clase eficiente	IE2	
Índice de reducción total	44,73		Eficiencia (50/75/100% Pn)	79.2 / 81.3 / 81	%
Par de salida	225	Nm	Marcado CE	No	
Factor de servicio SEW-FB	2,70		Tensión del motor	230/400	V
Posición de montaje	M1		Esquema de conexionado	R13	
Pintura imprimación/CapaFinal	3001 Rojo señal (52930010)		Frecuencia	50	Hz
Posición de conexión/caja de bornas	0 °		Corriente nominal	2.9 / 1.68	A
Entrada de cable/ Posición del conector	X		Cos Phi	0.79	
Eje hueco	40	mm	Clase de aislamiento	155(F)	
Salida permitida con carga radial n=1400	9570	N	Tipo protección del motor	IP55	
Cantidad de lubricante 1er reductor	2.3	Litro	Requisito del diseño	IEC	
Potencia del motor	0.75	kW	Momento de inercia de masa del motor	22.37	10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>
			Peso neto	40	Kg
			<b>Opciones del motor</b>		
			Aislamiento térmico 155(F)		
			Color: 3001 Rojo señal (52930010)		
			Grado de protección IP 55		

**IA2 – MR292010**

Imagen Motorreductor - Alternativa 2

	<b>Ventilador Centrífugo</b>	<b>SP292010</b>	Pág. 1/2
Fabricante: Gatti S.A	Modelo: RU 400 SASE	Ref: Pag. 16 de Memorias de Cálculos	

- Tipo de alabes: inclinados hacia atrás - auto limpiante
- Sistema: Trifásico
- Potencia: 13.6kW / 18HP
- Velocidad: 2800 rpm
- Arreglo: DM4
- Caudal: 3m<sup>3</sup>/s
- Delta P: 340mmca

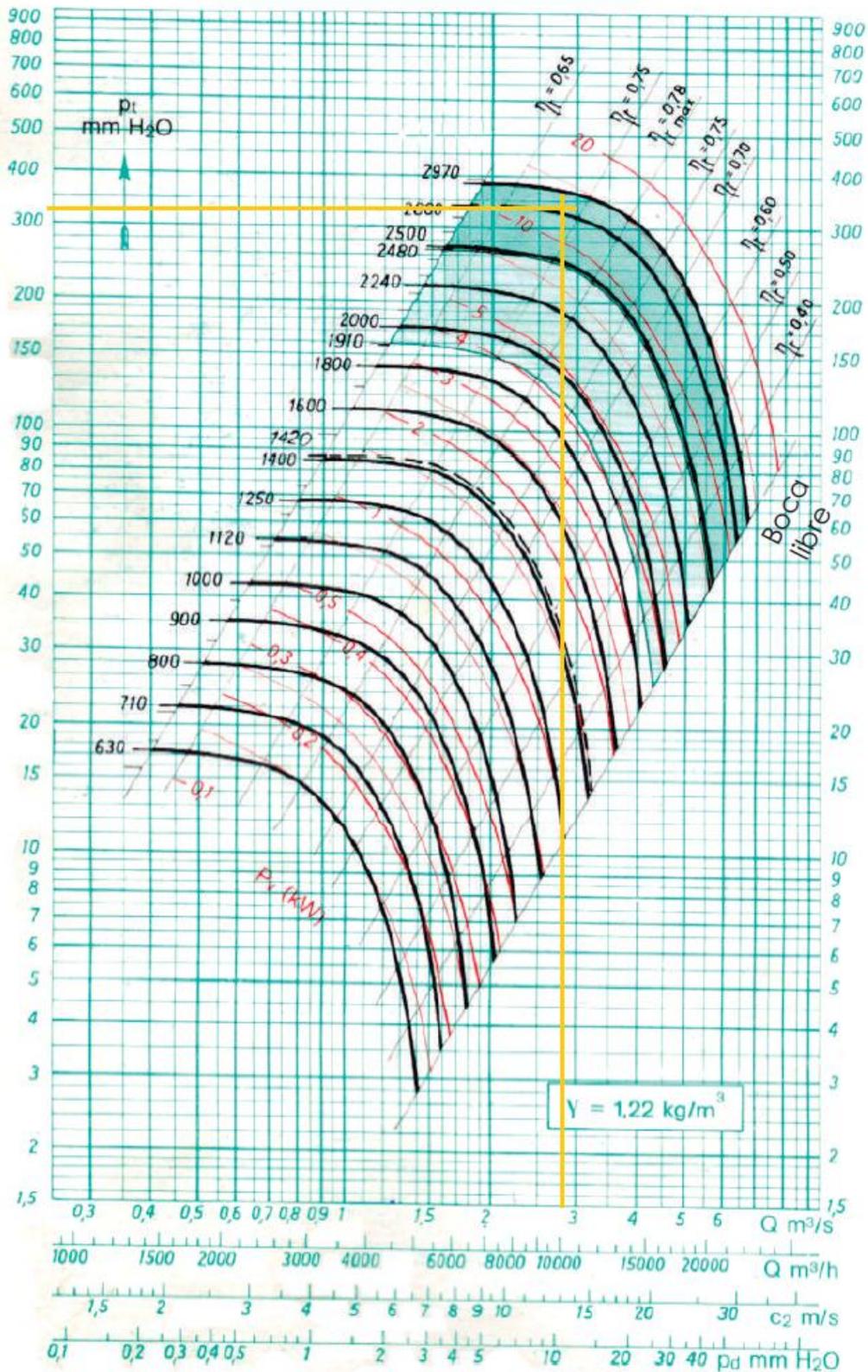
**IA2 – SP292010**

Imagen Ventilador Centrífugo - Alternativa 2

- Ver Anexo GattiCold RU

En la Imagen I07CV se muestra la curva del ventilador:

**RU 400**

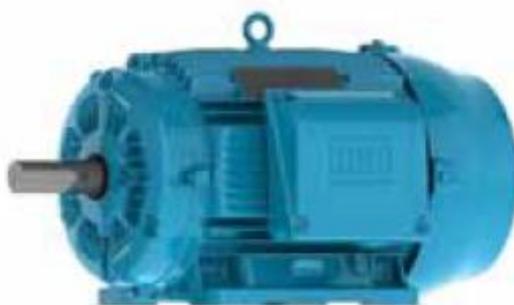


I07CV

	<b>Motor Eléctrico</b>	<b>M292010</b>	Pág. 1/1
Fabricante: Weg	Modelo: W22 – 20HP	Ref: Pag. 28 de Memorias de Cálculos	

El ventilador SP292010 será movido mediante acople directo del motor eléctrico siguientes características

- Modelo: W22
- Potencia: 15kW / 20HP
- Rpm: 2945
- Corriente nominal: 29,1A
- Carcasa: 160M



**IA2 – M292010**

Imagen Motor Eléctrico W22 – Alternativa 2

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (Nm)	Corriente con rotor trabado IV In	Par con rotor trabado TV/Tn	Par máximo Tb/Tn	Momento de Inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	380 V						Corriente nominal In (A)	
								Caliente	Frio			% de la potencia nominal			Factor de potencia				
kW	HP											RPM	Rendimiento			Factor de potencia			
													50	75	100	50	75	100	
II Polos - 3000 rpm - 50 Hz																			
0,12	0,16	63	0,420	3,8	2,3	2,3	0,00011	27	59	4,3	52	2690	48,0	55,0	58,8	0,59	0,74	0,84	0,369
0,18	0,25	63	0,630	4,2	2,4	2,3	0,00013	30	66	4,7	52	2700	52,5	57,5	59,5	0,60	0,75	0,85	0,541
0,25	0,33	63	0,880	4,3	2,5	2,3	0,00016	25	55	5,1	52	2685	54,0	59,0	60,0	0,56	0,71	0,81	0,782
0,37	0,5	71	1,29	4,6	2,3	2,4	0,00027	16	35	5,5	56	2700	64,6	67,5	66,6	0,67	0,81	0,88	0,959
0,55	0,75	71	1,94	4,5	2,2	2,2	0,00033	13	29	6,5	56	2665	66,4	67,0	66,5	0,74	0,86	0,91	1,38
0,75	1	80	2,60	5,1	2,5	2,6	0,00055	14	31	9,5	59	2730	70,8	72,7	71,6	0,69	0,82	0,88	1,81
1,1	1,5	80	3,79	5,9	2,9	2,9	0,00076	14	31	13,5	59	2750	75,3	76,3	75,6	0,71	0,83	0,89	2,48
1,5	2	90S	5,05	6,3	2,7	2,6	0,0017	7	15	15,0	68	2820	78,0	80,1	78,9	0,70	0,81	0,87	3,32
2,2	3	90L	7,48	6,8	2,8	2,9	0,0022	9	20	16,7	68	2790	78,5	80,2	80,8	0,70	0,82	0,88	4,70
3	4	100L	10,0	6,7	2,3	2,8	0,0052	9	20	23,5	67	2855	82,4	83,0	83,0	0,75	0,85	0,89	6,17
4	5,5	112M	13,3	6,8	2,4	3,0	0,0073	9	20	31,0	64	2860	83,0	84,2	84,5	0,77	0,86	0,89	8,08
5,5	7,5	132S	18,1	6,5	2,4	3,0	0,0159	11	24	42,0	68	2895	84,4	86,0	86,0	0,77	0,85	0,89	10,9
7,5	10	132S	24,7	6,4	2,3	2,6	0,0187	11	24	53,0	68	2890	86,8	87,5	87,0	0,78	0,86	0,89	14,7
9,2	12,5	132M	30,2	7,5	2,7	3,1	0,0243	8	18	58,0	68	2900	87,4	88,5	88,4	0,76	0,85	0,89	17,8
11	15	160M	35,9	6,8	2,0	2,7	0,0353	11	24	98,0	67	2920	88,4	88,7	88,1	0,76	0,85	0,88	21,6
15	20	160M	48,9	7,2	2,2	2,8	0,0471	9	20	108	67	2945	89,9	89,8	89,1	0,76	0,84	0,88	29,1
18,5	25	160L	60,1	7,8	2,4	3,1	0,0559	7	15	122	67	2935	90,8	90,8	90,1	0,75	0,84	0,88	35,5
22	30	180M	71,6	7,3	2,0	2,8	0,0965	7	15	156	67	2925	90,9	90,8	90,3	0,80	0,86	0,89	41,6
30	40	200L	96,8	6,3	2,1	2,4	0,1794	18	40	220	72	2955	91,8	91,9	91,2	0,80	0,86	0,88	56,8
37	50	200L	120	6,5	2,2	2,4	0,2063	16	35	232	72	2945	92,2	92,4	91,6	0,80	0,87	0,88	69,7
45	60	225S/M	145	6,9	2,0	2,8	0,3139	10	22	356	75	2955	91,9	92,5	92,5	0,82	0,88	0,90	82,1
55	75	250S/M	178	6,7	2,0	2,7	0,3767	12	26	413	75	2955	92,3	92,9	92,5	0,83	0,88	0,90	100

**TA2 – M292010**

Tabla Selección Motor Eléctrico – Alternativa 2

**Tuberías - Codos - Conexiones - Sujeciones (A2)****TCCS292002**

Pág. 1/1

**Tuberías Alternativa 2**

Los ductos, codos y uniones se realizarán de la misma manera que en la Alternativa 1. La tabla T06D detalla los diámetros de tuberías y sus tramos rectos.

	Tramo	Diametro (mm)	Longitud tramo recto (m)
RAMAL 1	A-C	110	3,50
	C-D	155	3,50
	D-E	200	3,50
	E-F	200	3,70
	F-G	250	2,70
	G-H	250	2,70
	H-I	300	4,00
	I-K	300	2,88
RAMAL 2	J'-L'	300	2,70
	R-Q	100	2,00
	S-Q	100	2,00
	Q-P	140	2,10
	P-N	140	4,02
RAMAL 3	N-M	140	6,10
	V-U	305	4
	U-T	305	8,2
	T-M	305	0,5
RAMAL PPAL.	M-K	305	4,5
	K-L	400	2,48
	X-W	400	1,20
	Descarga	400	1,50

**T03D**

Como se dijo anteriormente, el ramal 3 no sufrirá de modificaciones

- Ver Planos:
  - P-TCC 292002-1
  - ...
  - P-TCC 292002-9

**Sujeción Alternativa 2**

En esta alternativa, se plantea el mismo sistema de sujeción mencionado en la alternativa anterior. Estará sujeto por varillas y abrazaderas tipo cáncamo realizada con planchuela de 1 1/4"x 1/4". En la siguiente tabla (T04A) se indica entre qué tramos se ubicaran las sujeciones y los diámetros de la abrazadera. Ver Planos: P-TCC S292010-4

Tramo	Abrazadera (mm)	Largo Varilla (m)
C-D	155	3
E-F	200	2,4
N-M	140	0,8
M-J	305	0,8
K-L	400	0,8

**T04A**

**Campanas de Aspiración****C29200A**

Pág. 1/2

Las campanas son el punto de entrada del polvo al sistema, su función esencial es crear el flujo de aire que capture eficazmente el contaminante. Dado que, las pequeñas partículas de polvo, de diámetro menor o igual a 20 micras (que incluye las partículas respirables), se caracterizan por moverse cuando lo hace el aire que las rodea. Con este criterio, nos aseguramos de aspirar las partículas PM10 y PM2,5 exigidas por la DINAMA en su apartado “Calidad del aire en exteriores– Versión 2015”.

Tanto para la Alternativa 1 como para la Alternativa 2, las campanas a utilizar serán las mismas, por lo tanto, las campanas que se detallan a continuación, serán válidas para cualquier alternativa.

Los dos tipos de campanas se fabricarán a partir de chapa lisa de acero SAE 1010 galvanizado de calibre 18.

A cada campana se le soldarán dos bridas de conexión fabricadas en planchuela de acero SAE 1010 de 1 1/2” x 1/8” con orificios pasantes de 3/8”. En la T05B se especifica las dimensiones de cada brida.

	Tipo de Brida					
	Rectangular			Circular		
	Dimensiones (mm)	Cant. Orificios	Total de bridas	Diámetro (mm)	Cant. Orificios	Total de bridas
Campana C1	240 x 100	12	2	100	8	2
Campana C2	300 x 250	16	8	110	8	8

**T05B**

- Ver Planos P-29200A-B1 y P-29200A-B2 ; P-29200A-B3 y P-29200A-B4

**Campanas denominadas C1**

Son un total de 2, e irán instaladas en los tramos S y R

Las medidas de fabricación se presentan en el P-C29200A-C1

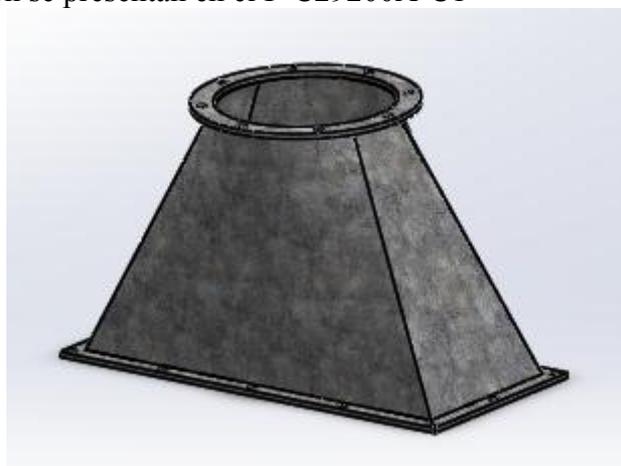
**I-C29200A-C1**

Imagen Campana C1- Alternativa 1 y 2

**Campanas de Aspiración****C29200A**

Pág. 2/2

**Campanas denominadas C2**

Son un total de 8, e irán instaladas en los tramos **A, C, D, E, F, G, H e I**  
Las medidas de fabricación se presentan en el P-C29200A-C2

**I-C29200A-C2**

Imagen Campana C2 – Alternativa 1 y 2

En ambas campanas, las bridas cuadradas irán abulonadas a la tapa del redler.

El montaje de las uniones bridadas será mediante tornillos cabeza hexagonal de 3/8" x 1". Cada tornillo contará con una arandela plana, una Grower y su respectiva tuerca.

<b>Sellado de Uniones</b>	<b>S29200U</b>	Pág. 1/1
<p>Todas las uniones que se realicen, serán selladas con masilla para metales, a fin de asegurar la hermeticidad de los conductos.</p> <div data-bbox="368 461 1211 674" style="text-align: center;"></div> <p data-bbox="751 685 831 719" style="text-align: center;"><b>I08M</b></p>		

En los planos P-292001-1 , P-292001-2 y P-292001-3 se puede observar la Alternativa 1 con los tres ramales completos.

## Mantenimiento

El mantenimiento es válido para cualquier alternativa, el mismo estará sujeto a las recomendaciones de los fabricantes según el manual de cada equipo.

Para las tuberías, se deberá realizar una inspección mensual de acuerdo a los siguientes ítems:

- ✓ Inspeccionar el estado de tuberías.
- ✓ Verificar que no haya pérdidas en las mismas.
- ✓ Inspeccionar dentro de las tuberías a través de las bocas de inspección indicadas en los planos, verificando que las mismas no se encuentren obstruidas o con exceso de polvo acumulado.
- ✓ Realizar medición de diferencial de presión mediante un tubo Pitót en los puntos marcados en los planos P-S292005-BP ; P-S292008-BP y P-S292010-BP, de esta forma se debe comparar la presión medida con la siguiente tabla de referencia para verificar que la velocidad de circulación es la adecuada:

	Ptos medicion	Velocidad ideal (m/s)	Diferencial de Presion ideal (Pa)	Diferencia de altura a medir h (cm)
<b>Alternativa 1 - Ramal 1</b>	PP292008-AC	19,74	233,80	2,4
	PP292008-GH	22,93	315,47	3,2
	PP292008-IK	21,23	270,43	2,8
	PP292008-L'M'	21,23	270,43	2,8
<b>Alternativa 1 - Ramal 2 y 3</b>	PP292005-SQ	15,12	137,17	1,4
	PP292005-RQ	15,12	137,17	1,4
	PP292005-QP	15,43	142,85	1,5
	PP292005-NM	15,43	142,85	1,5
	PP292005-VU	14,5	126,15	1,3
	PP292005-UT	14,5	126,15	1,3
	PP292005-MJ	17,75	189,04	1,9
<b>Alternativa 2 - Ramal 1, 2 y 3</b>	PP292010-AC	19,74	233,80	2,4
	PP292010-GH	22,93	315,47	3,2
	PP292010-SQ	15,12	137,17	1,4
	PP292010-RQ	15,12	137,17	1,4
	PP292010-QP	15,43	142,85	1,5
	PP292010-NM	15,43	142,85	1,5
	PP292010-VU	14,5	126,15	1,3
	PP292010-UT	14,5	126,15	1,3
	PP292010-KL	22,26	297,30	3,0
	PP292010-XW	22,26	297,30	3,0

### T06P

Si el valor medido se encuentra próximo a lo indicado en la tabla T06P (diferencia de altura h), la velocidad de circulación del aire en las tuberías es la correcta.

## Evaluación de costos

El objetivo de este proyecto de ingeniería es evitar situaciones de riesgo en la que las personas se encuentran sometidas o expuestas a contaminantes pulverulentos.

Por lo tanto no se evalúa el retorno de la inversión ya que la solución no genera ingreso de dinero, debido a que tiene un carácter ambiental, de seguridad e higiene.

Pero, como consecuencia de este proyecto, se tiene un importante ahorro de dinero en el mantenimiento de las torres de refrigeración, ya que éstas se encuentran cercanas a la zona de carga, viéndose afectadas por el polvo, donde el mismo se deposita en el agua y durante la recirculación por los equipos de frío, el polvo genera que los tubos del condensador se obstruyan, teniéndolos que limpiar cada 15 días (generando un alto gasto económico). Con este proyecto, la contaminación en las torres ya no estará y la limpieza no se realizará de forma tan recurrente.

Se evaluará el costo de materiales y equipos. No se contemplará el costo de mantenimiento. En la tabla T07M se muestran los materiales a utilizar y su costo, dicha tabla es compatible para cualquiera de las dos alternativas:

Componente	Descripcion	Cantidad	Costo unitario (\$ uru)	Costo total (\$ uru)
Chapa Galvanizada Lisa 1,2x3m Nro. 18	Se realizaran todos los tubos, campanas y codos necesarios	22	2924	64328
Planchuela 1 1/2x1/8" x 6m	Se realizaran las bridas de las campanas	3	365	1095
Planchuela 1 1/4x1/4" x 6m	Se frabricarán las abrazaderas para sujecion tipo cáncamo	1	407	407
Tensor Varillas para soldar	Sujecion de tuberia	5	80	400
Varillas Trefiladas 1/2" SAE 1010	Sujecion de tuberia	5	150	750
Tornillo Cabeza Hexagonal de 3/8" x 1"	Union de bridas	44	2,5	110
Arandela Plana 3/8"	Union de bridas	88	1,3	114,4
Arandela Grower 3/8"	Union de bridas	44	1,17	51,48
Tuerca 3/8"	Union de bridas	44	2,75	121
Masilla para Metales	Sella las uniones	6	882	5292
			Total \$ uru	72668,88
			Total USD	1697,871

### T07M

La alternativa 1 no requiere de equipos nuevos, ya que se reutilizan equipos ya instalados en planta.

En la alternativa 2, se utilizarán nuevos equipos. El costo de cada uno, en la tabla T08E

Componente	Cant.	Descripcion	Precio (USD)
Valvula Rotativa	1	Valv. Rotativa Socom Paso Vertical - Serie 280	189,27
Depurador	1	Filtro de Mangas Schelleberg FMA 49-150-10	25.500,00
Ventilador	1	Vent. Centrifugo Gatti RU 400 SASE 3m3/s	7.243,96
Motor	1	Motor Trifasico Weg W22 20HP	972,14
Motorreductor	1	Motorreductor Trifasico Sew 1HP 30rpm	347,06
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>34.252,43</b>

### T08E

## Estudio de costos de inversión

### Diseño y cálculo general

El diseño realizado por profesionales tiene un costo determinado; el precio del proyecto de una instalación de este tipo, hoy en día es aproximadamente en un 15% del valor total de la instalación (mano de obra, equipos y materiales).

### Mano de obra de fabricación

Para este apartado, se solicitó cotización a la empresa metalúrgica que trabaja para CYMPAY. La misma fabricará los tubos y las campanas con sus bridas, realizará también el desmontaje de las tuberías ya instaladas y el montaje de la nueva tubería, instalará también los equipos a utilizar. El presupuesto por todo esto es de **USD 18.100** (dieciocho mil cien dólares americanos), esto incluye además, el transporte de la tubería a planta y el trabajo seguro mediante presencia de un Técnico Prevencionista, no se incluyen materiales.

### **Costo total:**

#### Alternativa 1

Esta opción requiere desmontar el Filtro de Mangas F3 y trasladarlo hacia el área de carga, tiene un costo extra de USD 2710. En la tabla T09C se tiene el costo total para esta alternativa

Descripcion	Costo USD
Desmontaje de Equipos	2710
Equipos	N/A
Materiales	1697,87
Mano de Obra	18100
<b>TOTAL</b>	<b>22507,87</b>

**T09C**

#### Alternativa 2

En esta alternativa, no se utilizará el filtro de mangas actualmente instalado, lo que requiere su desmontaje, esto tiene un costo de USD 1200. En la tabla T12C se tiene el costo total para esta opción:

Descripcion	Costo USD
Desmontaje de Equipos	1200
Equipos	34252,43
Materiales	1697,87
Mano de Obra	18100
<b>TOTAL</b>	<b>55250,3</b>

**T10C**

Al analizar ambas alternativas, se puede ver que hay una diferencia de USD 32742,43 a favor de la Alternativa 1.

Si bien la Alternativa 2 representa un costo de inversión mayor, mantenemos la decisión que esta alternativa es más conveniente, ya que a largo plazo el ahorro energético es mayor, debido a que no se tienen dos equipos funcionando para un mismo sector y objetivo. A su vez, el mantenimiento será para un solo equipo, como por ejemplo, llegado el momento del cambio de mangas será de 49 mangas contra 69 de la alternativa 1 (27 mangas del FM292005 + 42 mangas del FM292008).

Esta alternativa representa un menor espacio físico dentro de la planta.

## Impactos directos e indirectos

Se analizan los efectos que conlleva realizar este proyecto. Los mismos tendrán un carácter distinto según el punto de vista de evaluación.

- Impacto ambiental:
  - ✓ Reducción de la polución al ambiente.
  - ✓ Se mantiene el nivel de ruido.
  
- Socioeconómico:
  - ✓ Se mejora el impacto visual de la empresa.
  - ✓ Se ahorra en limpieza de equipos cercanos.
  - ✓ Reducción de horas/hombre del personal de limpieza.
  - ✓ Generación de empleo en la etapa de desmontaje y montaje.
  
- Seguridad e higiene:
  - ✓ Condiciones de trabajo más higiénicas y seguras.
  - ✓ Se mantiene el nivel de ruido.
  
- Legal:
  - ✓ Cumplimiento en la reglamentación Dirección Nacional del Medio Ambiente (DINAMA)
  - ✓ Ley N° 5032 “Accidentes de Trabajo – Medidas de Prevención” (R.O.U)
  - ✓ Decreto 406/88 “Prevención de Accidentes de Trabajo” (R.O.U)
    - Artículo 51
    - Artículo 57
    - Artículo 28 -3b)

## Aspectos de seguridad

Para este apartado la empresa nos solicitó que lo dejemos a cargo de la misma. Por lo que simplemente nombraremos algunas recomendaciones que nos parecen importantes no dejar pasar por alto:

- Se recomienda continuar con el uso de los Elementos de Protección Individual (EPIs), tales como zapatos de seguridad, casco, barbijo, ropa de trabajo y protección auditiva.
- Mantener los carteles de uso obligatorio de los EPIs.
- Realizar una conexión equipotencial a tierra de toda la instalación.
- Todo montaje o desmontaje de equipo / conductos a más de 2 metros de altura, deberá ser realizado mediante un Permiso de Trabajo en Altura.

Cympay se basa en la Ley 6514/77 (Codificación de Leyes del Trabajo, relativo a la seguridad y medicina del trabajo – Brasil), Ordenanza N° 3214, donde se encuentran las normas reglamentarias:

- NR 19 – Explosivos
- NR 23 – Protección contra Incendios
- NR 26 – Señales de seguridad

Por lo que recomendamos hacer uso de la misma para identificar el área con su señalización correspondiente.

## Anexos Ingeniería Detalles

### Referencia de imágenes:

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
I01T - S292003	Sistema de Aspiración Actual
IA1 - S292008	Sistema Aspiración 8 ; Ramal 1 -Alternativa 1
IA1 - S292005	Sistema de Aspiración 5 ; Ramal 2 y 3 - Alternativa 1
I02I	Imágen Ilustrativa conexión tubos
I03C	Imágen Ilustrativa codos machihembrados
I04T	Tensor metálico
I05A	Abrazadera sujeción
I06C	Cono bridado unión F3 - Alternativa 1
IA1 - SP292005	Mejora en descarga Ventilador Ramal 2 y 3 - Alternativa 1
IA2 - S292010	Sistema de Aspiración 10 ; Ramal 1, 2 y 3 - Alternativa 2
IA2 - MR292010	Motorreductor - Alternativa 2
IA2 - SP292010	Ventilador Centrifugo - Alternativa 2
I07CV	Curva Ventilador seleccionado - Alternativa 2
IA2 - M292010	Motor Eléctrico - Alternativa 2
I-C29200A-C1	Campana C1 - Alternativa 1 y 2
I-C29200A-C2	Campana C2 - Alternativa 1 y 2
I08M	Masilla para sellar uniones

**Referencia de Tablas:**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T01D	Diametros Ramal 1 y 2 - Alternativa 1
T02A	Abrazaderas sujecion - Alternativa 1
TA2 - FM292010	Selección Filtro de Mangas - Alternativa 2
TA2 - ESC292010	Selección Valvula Rotativa - Alternativa 2
TA2 - M292010	Selección Motor Eléctrico - Alternativa 2
T03D	Diametros Ramal 1 y 2 - Alternativa 2
T04A	Abrazaderas sujecion - Alternativa 2
T05B	Dimensiones bridas para campanas
T06P	Tabla valores Pitot
T07M	Tabla costo de materiales a utilizar
T08E	Tabla costo de equipos - Alternativa 2
T09C	Tabla costo total - Alternativa 1
T10C	Tabla costo total - Alternativa 2

**Referencia Fotos:**

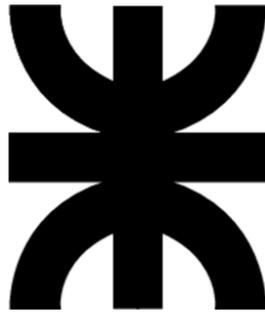
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
F01A	Cañeria obstruida con polvo
FA1 - FM292008	Filtro Mangas Ramal 1 - Alternativa 1
FA1 - SP292008	Ventilador Ramal 1 - Alternativa 1
FA1 - FM292005	Filtro Mangas Ramal 2 y 3 - Alternativa 1
FA1 - SP292005	Ventilador Ramal 2 y 3 - Alternativa 1
F01C	Campana union Ramal 2 y 3 a Filtro - Alternativa 1

## Referencia planos:

Código	Descripción
P-S292008	Sistema de Aspiración 8
P-S292005	Sistema de Aspiración 5
P-TCC S292005-2	Campana salida del ventilador SP292005
P-TCC S292005-3	Codo de salida del ventilador SP292005
P-TCC 292001	Detalle de tubos machihembrado
P-TCC 292001-1	Codo 90° 100mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-2	Codo 90° 140mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-3	Codo 90° 200mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-4	Codo 90° 300mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-5	Codo 45° 300mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-6	Codo 45° 100mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-7	Codo 90° 305mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-8	Codo 90° 305mm Radio Largo - Alternativa 1
P-TCC S292001	Abrazadera
P-TCC S292005-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 5
P-TCC S292008-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 8
P-FM292008-C	Union de tuberias a FM292008
P-S292010-1	Sistema de Aspiracion 10
P-S292010-2	Sistema de aspiración 10 vista en planta
P-S292010-3	Sistema de aspiración 10 vista frontal
P-TCC 292002-1	Codo 90° 100mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-2	Codo 90° 140mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-3	Codo 90° 200mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-6	Codo 45° 100mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-7	Codo 90° 305mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-8	Codo 90° 305mm Radio Largo - Alternativa 2
P-TCC 292002-9	Codo 90° 400mm - Alternativa 2
P-TCC S292010-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 10
P-29200A-B1	Brida circular 100mm - Campana C1
P-29200A-B2	Brida rectangular 100x240mm - Campana C1
P-29200A-B3	Brida circular 110mm - Campana C2
P-29200A-B5	Brida rectangular 300x250mm - Campana C2
P-C29200A-C1	Campana C1
P-C29200A-C2	Campana C2
P-292001-1	Sistema de Aspiración 5 y 8
P-292001-2	Sistema de Aspiración 5 y 8 vista en planta
P-292001-3	Sistema de Aspiración 5 y 8 vista frontal
P-S292005-BP	Boca para medicion con tubo Pitot
P-S292008-BP	Boca para medicion con tubo Pitot
P-S292010-BP	Boca para medicion con tubo Pitot

**Índice General:**

<b>Estudio del Sistema de Aspiración Actual</b> .....	<b>3</b>
<b>Alternativa 1:</b> .....	<b>5</b>
<b>Ramal 1</b> .....	<b>5</b>
Filtro de Mangas .....	6
Válvula Rotativa .....	7
Motorreductor .....	7
Ventilador Centrífugo .....	8
<b>Ramal 2 y 3</b> .....	<b>9</b>
Filtro de Mangas .....	10
Ventilador Centrífugo .....	11
<b>Tuberías - Codos – Conexiones – Sujeciones (A1)</b> .....	<b>12</b>
Tuberías Alternativa 1 .....	12
Codos Alternativa 1 .....	13
Sujeciones Alternativa 1 .....	13
Conexión de la tubería al filtro Alternativa 1 .....	15
<b>Alternativa 2:</b> .....	<b>16</b>
Filtro de Mangas .....	17
Válvula Rotativa .....	18
Motorreductor .....	19
Ventilador Centrífugo .....	20
Motor Eléctrico .....	22
<b>Tuberías - Codos - Conexiones – Sujeciones (A2)</b> .....	<b>23</b>
Tuberías Alternativa 2 .....	23
Sujeción Alternativa 2.....	23
<b>Campanas de Aspiración</b> .....	<b>24</b>
Campanas denominadas C1 .....	24
Campanas denominadas C2 .....	25
Sellado de Uniones .....	26
<b>Mantenimiento</b> .....	<b>27</b>
<b>Evaluación de costos</b> .....	<b>28</b>
<b>Estudio de costos de inversión</b> .....	<b>29</b>
Costo total:.....	29
<b>Impactos directos e indirectos</b> .....	<b>31</b>
<b>Aspectos de seguridad</b> .....	<b>32</b>
<b>Anexos Ingeniería Detalles</b> .....	<b>33</b>
Referencia de imágenes: .....	33
Referencia de Tablas: .....	34
Referencia Fotos: .....	34
Referencia planos: .....	35
<b>Índice General:</b> .....	<b>36</b>



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

**INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

*“Control de polución de polvo durante la carga de malta”-*  
**MEMORIA DE CALCULO**

**Proyecto N°:** PFC 2006B

**Autores:**

Diego Akerman  
Gonzalo Parreño

**Tutor:**

*Ing. Reynoso, Guillermo*

**Dirección de Proyectos:**

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli, Aníbal

*AÑO 2020*

## CONTENIDO

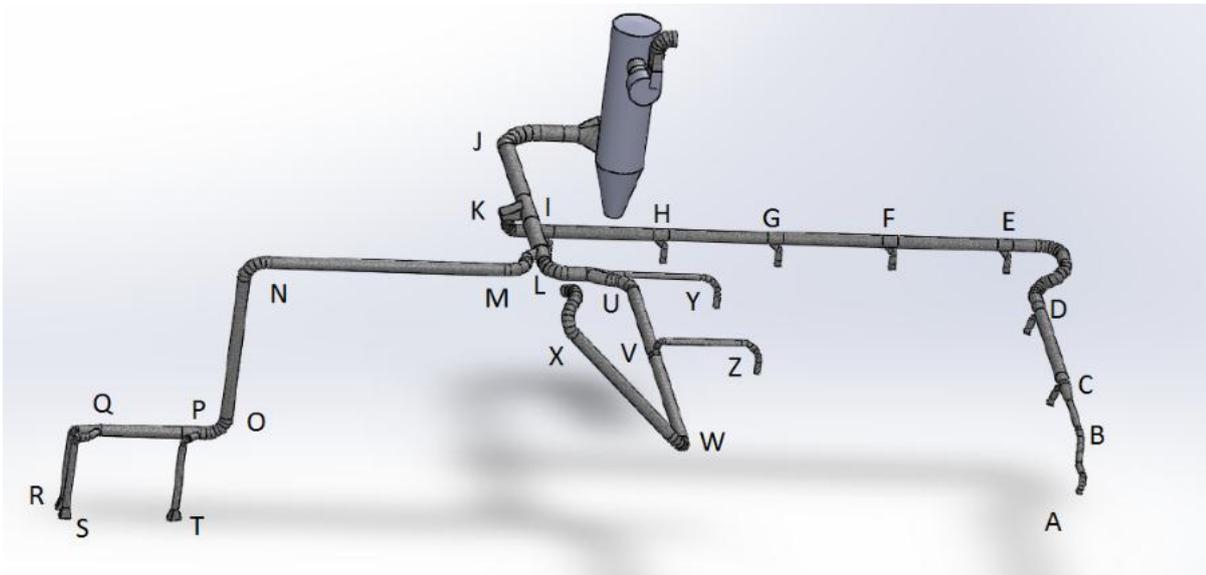
<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL.....</b>	<b>3</b>
Verificación del filtro y velocidad actual .....	3
Estudio del ventilador actual .....	4
Propuestas: .....	4
<b>MATERIALES .....</b>	<b>29</b>
Mantenimiento .....	33
<b>ANEXOS MEMORIAS DE CÁLCULOS .....</b>	<b>35</b>
Referencia de Imágenes .....	35
Referencia de Tablas.....	36
Referencia de Planos .....	37
<b>ÍNDICE GENERAL:.....</b>	<b>38</b>

## Análisis del sistema actual

### Verificación del filtro y velocidad actual

En este apartado, se verificará si el filtro de polvo instalado actualmente es acorde a lo requerido, para facilitar los cálculos, se procedió a la codificación de los tramos de tubería del sistema actual (S292003) como muestra la Imagen I01 – S292003.

Se realizó medición de velocidad en los dos únicos puntos de inspección que hay disponible en la red de la tubería, estos se ubican en los tramos **K-L** y **H-I** obteniendo así una velocidad promedio de 5,5 m/s en cada punto de inspección. Con estos datos, ya podemos comprobar que la velocidad de circulación está muy por debajo a la recomendada por la bibliografía “Diseño óptimo de ciclones” de Carlos Alberto Echeverri Lodoño, de la revista “Ingenierías” Universidad de Medellín 5 (9): 123-139 julio-diciembre 2006 y “Diseño y optimización de un sistema ciclón - filtro para desempolvado de ambientes industriales” de I. Elortegui y M.R Barboza, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.



I01 – S292003

Entonces, si se propone tener una velocidad de 17m/s, se tendrá un caudal recomendado de:

$$Q_{RECOMENDADO} = A_{K-J} * V$$

Siendo:

$A_{K-J}$  = área de la tubería en el ramal principal

V = velocidad en la tubería

$$A_{K-J} = \frac{\pi * \phi^2}{4} = \frac{\pi * (0.40m)^2}{4}$$

$$A_{K-J} = 0.126m^2$$

$$Q_{RECOMENDADO} = 2.14m^3/s = 7704m^3/h$$

Datos del filtro actual:

- Caudal: 4500m<sup>3</sup>/h
- Superficie filtrante: 30 m<sup>2</sup>.
- Ratio de filtrado: 150 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>.
- Material filtrante: Poliéster punzonado de 350 g/m<sup>2</sup>.
- Cantidad de mangas: 27 u.
- Largo de mangas: 3000 mm.
- Diámetro de mangas: 120 mm.

Comparando el caudal obtenido, con el caudal de diseño del filtro, se llega a una nueva conclusión, el filtro tendrá un caudal de filtrado menor al el caudal recomendado para un correcto transporte del polvo.

### Estudio del ventilador actual

Fabricante: Miag Braunschweig  
Caudal: 4600m<sup>3</sup>/h  
Delta P: 65mmca  
Rpm: 1430  
ALETAS HACIA ATRÁS (20 aletas)  
DIAMETRO 530MM  
ANCHO 230MM

Simplemente con el caudal del ventilador, podemos adelantarnos y concluir que este ventilador no será adecuado para tener una correcta velocidad en las tuberías. Pero esto será estudiado más adelante.

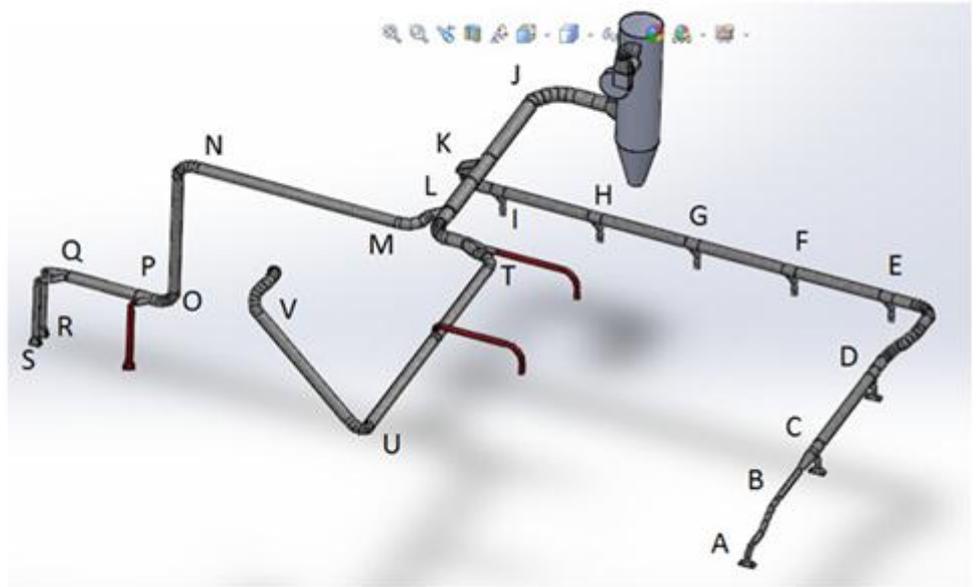
### Propuestas:

Una vez identificados los problemas que se tienen con esta línea de filtrado, se propone:

1. Aumentar la velocidad de circulación en las tuberías.
2. Evaluar el nuevo caudal.
3. Rediseño de tubería actual.

Antes de comenzar con las propuestas se presenta una nueva nomenclatura en los ramales (ver I02 – S292003) y se marca en rojo los tramos a eliminar ya que se encuentran aspirando de equipos fuera de servicio

Tramo	Ramal
A-B	Ramal 1
B-C	
C-D	
E-F	
F-G	
G-H	
H-I	
K-J	Ramal Ppal
K-L	
M-N	Ramal 2
N-O	
P-Q	
Q-S	
Q-R	
T-U	Ramal 3
U-V	



I02 – S292003

**1. Aumento de velocidad en las tuberías**

Se aumentará la velocidad del aire en las tuberías a 20m/s, valor de velocidad acorde a lo recomendado (14m/s – 25m/s).

Para aumentar a dicha velocidad, es imprescindible asegurarnos el correcto aspirado en cada una de las bocas, por lo que se procede a calcular el caudal de aspiración en cada una de ellas.

**CAPATACION DE POLVO (C29200A)**

La misma se realiza mediante campanas, que son el punto de entrada al sistema de extracción localizada, su función esencial es crear el flujo de aire que capture eficazmente el contaminante. Dado que, las pequeñas partículas de polvo, de diámetro menor o igual a 20 micras (que incluye las partículas respirables), se caracterizan por moverse cuando lo hace el aire que las rodea. Con este criterio, nos aseguramos de aspirar las partículas PM10 y PM2,5 exigidas por la DINAMA en su apartado “Calidad del aire en exteriores–Versión 2015”

En esta etapa, el cálculo, verificación de diseño y dimensionamiento de las piezas correspondientes se basa en la bibliografía “Ventilación Industrial, Manual de recomendaciones prácticas para la prevención de riesgos profesionales” de la editorial Generalitat Valenciana 1992.

Se tienen 2 tipos de captores para la aspiración, los mismos tienen forma de campana y forma circular, se detallan en la Imagen I03C



I03C

Estas campanas de aspiración, son del tipo cabina, debido a que encierran de forma total el punto de generación del contaminante

Velocidad de captura en la campana

Velocidad mínima del aire, producida por la campana, necesaria para captar y dirigir el contaminante hacia ella. Esta velocidad se logra en función del caudal de aire aspirado y la forma de la campana. La bibliografía consultada (Ventilación industrial) presenta la siguiente de valores típicos de velocidades de captura, Imagen I04V:

Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplo	Velocidad de captura, m/s
Liberado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos; desengrase, etc.	0,25-0,5
Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado intermitente de recipientes; transferencia entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5-1
Generación activa en una zona de rápido movimiento de aire.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras; machacadoras.	1-2,5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Descarado, chorreado abrasivo, desmoldeo en fundiciones.	2,5-10

En cada una de las condiciones citadas se indica un margen para los valores de la velocidad de captura. La selección del valor adecuado depende de los siguientes factores:

*Límite inferior*

1. Corrientes de aire en el local mínimas o favorables a la captura del contaminante.
2. Contaminantes de baja toxicidad o únicamente molestos.
3. Producción de contaminantes baja o intermitente.
4. Campana de gran tamaño o con una gran masa de aire en movimiento.

*Límite superior*

1. Corrientes de aire distorsionantes en el local.
2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Gran producción, uso continuo.
4. Campana pequeña, únicamente control local.

I04V

La velocidad de captura que se adopta es de 1 m/s correspondiente al límite inferior, ya que se tiene en cuenta que el contaminante es solamente molesto y la producción del mismo es baja e intermitente.

**Calculo del caudal en las campanas**

El caudal de aspiración para campanas del tipo cabina completa se obtiene mediante la expresión:

$$Q = V \cdot (10 \cdot X^2 + A)$$

Q: caudal de aire [m<sup>3</sup>/s].

V: velocidad del aire en el eje de la campana a una distancia X de la boca [m/s].

X: distancia desde la partícula a la boca de la campana [m].

A: área total de aspiración.

La distancia X, se toma como 0,3m ya que la aspiración se produce de una cabina cerrada (transporte de cadena cerrado y cinta transportadora cerrada)

**CAUDAL DE ASPIRACION EN RAMAL 1**

Consultado al proveedor de referencia Ing. Schelleberg, no se puede tener el mismo diámetro desde una segunda toma, el ducto debe ir cambiando de área para mantener la velocidad. Por lo tanto al Ramal 1, hay que modificarlo por completo.

Este Ramal cuenta con 3 campanas denominadas "C2" y 5 bocas circulares denominadas T1.

Para mejorar esto, se decide reemplazar las 5 bocas por campanas "C2".

Área campana C2:

$$AC2 = 250mm \cdot 300mm = 75000mm^2 = 0.075m^2$$

Se reemplazan estos valores en la ecuación de caudal

$$Q_{RAMAL\ 1} = V \cdot (10 \cdot X^2 + 8 \cdot AC2)$$

$$Q_{RAMAL\ 1} = 1.5m^3/s = 5400m^3/h$$

**Pérdida de carga en las campanas (Ramal 1)**

Las campanas se caracterizan por tener su mayor pérdida de carga en la contracción hacia el conducto. La presión estática en este punto se expresa como:

$$Pec = hc + Pdc$$

Dónde:

hc: pérdida de carga en la contracción hacia el conducto.

Pdc: presión dinámica del aire en el conducto.

El valor de pérdidas de carga en la contracción se determina al multiplicar la presión dinámica del aire por un factor de pérdidas, dado por la bibliografía:

$$hc = 0.49 \cdot Pdc$$

La presión dinámica en cualquier punto de la instalación se determina con la expresión:

$$Pdc = \left( \frac{V}{4.043} \right)^2 [mmca]$$

La velocidad del aire en el conducto (V) se obtiene de la Imagen I05VC, considerando la naturaleza del contaminante. Por lo que se adopta V=20 m/s.

**TABLA 3.2. Valores recomendados para la velocidad de diseño de conductos**

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de mucla de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudidor), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en industrias textiles	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de serrado (seco y húmedo), virutas metálicas, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorrado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos de amianto-cemento, hilos de mucla de pulir (pegajosos)	> 22,5

I05VC

Entonces, la presión dinámica será:

$$Pdc = \left(\frac{20}{4.043}\right)^2 [mmca]$$

$$Pdc = 24.47[mmca]$$

Por lo tanto, la presión estática en las campanas será:

$$Pec_{RAMAL1} = hc + Pdc$$

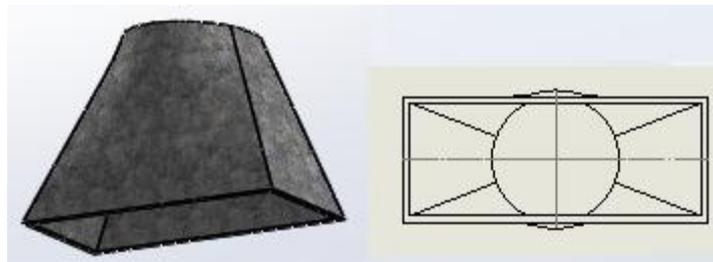
$$Pec_{RAMAL1} = 11.99 + 24.47$$

$$Pec_{RAMAL1} = 36.46mmca$$

CAUDAL DE ASPIRACION EN RAMAL 2

Este Ramal cuenta con 2 campanas denominadas “C1” (I06C)

El área de salida de las campanas debe ser menor al área de entrada, por lo que estas campanas no lo cumplen. Por lo tanto se recomienda disminuir el diámetro de salida a 100mm en cada campana.



I06C

Área campana C1:

$$AC1 = 230mm * 90mm = 20700mm^2 = 0.0207m^2$$

Se reemplazan estos valores en la ecuación de caudal, siendo X=0.14 ya que el redler es de menor dimensión al anterior

$$Q_{RAMAL2} = V * (10 * X^2 + 2 * AC1)$$

$$Q_{RAMAL2} = 0.24m^3/s = 864m^3/h$$

*Pérdida de carga en las campanas (Ramal 2)*

De manera análoga se calculan las pérdidas de carga en las campanas

$$Pec_{RAMAL2} = 36.46mmca$$

### CAUDAL DE ASPIRACION EN RAMAL 3

Este ramal cuenta con una única boca de aspiración, del tipo circular

Área boca circular:

$$A_{Circular} = \frac{3.14 * (0.305m)^2}{4}$$

$$A_{Circular} = 0.073m^2$$

Se reemplazan estos valores en la ecuación de caudal, siendo X=0.314

$$Q_{RAMAL3} = 1.06m^3/s = 3812m^3/h$$

*Pérdida de carga en la boca de aspiración (Ramal 3)*

De manera análoga se calculan las pérdidas de carga para la boca circular, utilizando un factor de pérdidas de 0.5 según recomienda la bibliografía.

$$h_T = 0.5 * Pdc$$

$$h_T = 12.23$$

$$Pec_{RAMAL3} = 12.23 + 24.47$$

$$Pec_{RAMAL3} = 36.7mmca$$

Por lo tanto el caudal total será:

Preparó: Diego Akerman – Gonzalo Parreño	Revisó: GP 17-11	Aprobó:	Página 9 de 38
---	---------------------	---------	----------------

$$Q_{TOTAL} = 1.5m^3/s + 0.24m^3/s + 1.06m^3/s$$

$$Q_{TOTAL} = 2.8m^3/s = 10080m^3/h$$

## 2. Evaluación del nuevo caudal

Ya con el nuevo caudal de trabajo, se tienen dos alternativas:

- = **Alternativa 1:** Estudio de sistemas de filtrado que se encuentran fuera de servicio y pueden reutilizarse
- = **Alternativa 2:** Calcular y seleccionar un nuevo separador de polvo

### **ALTERNATIVA 1:**

#### Estudio de filtros existentes en planta

La planta actualmente no tiene disponible un filtro que cubra con el caudal requerido, cuenta con dos filtros más chicos, ubicados cerca de la zona de estudio, por lo tanto, se estudiarán las características de tres filtros, el instalado actualmente en el sistema de aspiración, más los otros dos que se encuentran fuera de servicio y se pueden reutilizar.

Estos separadores de polvo son los denominados Filtros de Mangas, se componen por una serie de bolsas con forma de mangas, generalmente de fibra sintética o natural, colocadas en unos soportes para darles consistencia y encerrados en una carcasa.

El gas sucio, ingresa al equipo, y fluye por el espacio que está debajo de la placa en la que se encuentran sujetas las mangas y luego hacia arriba por los laterales de las mangas. Este gas fluye hacia el interior de las mangas dejando atrás los sólidos. El gas limpio fluye por el espacio interior de los sacos y es llevado hacia la chimenea de escape.

En el ciclo de limpieza de la manga, el polvo se desaloja mediante un pulso de aire comprimido que se inyecta en la parte superior de las mangas filtrantes.

Este aire se proporciona a través de un tubo con boquillas que alimenta los Venturis dispuestos en la parte superior de las bolsas. El chorro de aire a alta presión interrumpe el flujo normal de aire a través del filtro, creando también una onda que al desplazarse a lo largo de la manga hace que esta se flexione, rompiendo la capa de polvo que cae hacia la tolva.

A continuación se presenta una tabla comparando los filtros a estudiar:

DATOS	FILTRO ACTUAL (FM292005)	FILTRO 2 (FM271003)	FILTRO 3 (FM292008)
Caudal de aspiración (m3/h)	4500	4500	6000
Superficie filtrante (m2)	30	30	50,27
Ratio de filtrado (m3/h/m2)	150	150	118
Material filtrante	Poliester punzonado 350g/m2	Poliester punzonado 350g/m2	Poliester punzonado 550g/m2
Nro de mangas	27	27	42
Largo de mangas (mm)	3000	3000	2540
Diametro de mangas (mm)	120	120	150
FABRICANTE	Seeger - Jesma	Seeger - Jesma	Ventec

T01F

Analizando la tabla T01F, se concluye separar el Ramal 1 hacia el Filtro 3, manteniendo el Ramal 2 y 3 con el filtro actualmente instalado, de esta forma nos aseguramos que cada filtro es adecuado para el caudal requerido.

#### VERIFICACION DEL RAMAL 1 CON EL FILTRO 3 (FM292008)

Se calculará el área de filtrado necesario en este Ramal, para luego compararla con la del Filtro 3, para esto, se debe calcular primero la velocidad de filtración

Esta velocidad tiene un valor comprometedor, ya que si es baja, aumenta la superficie filtrante, y si es demasiado alta, aumenta la frecuencia de limpieza, reduciendo la vida del filtro lo que provoca una compactación excesiva de la capa de polvo.

$$V_f = \frac{Q_{gas}}{A_{neta}}$$

Dónde:

**V<sub>f</sub>**: velocidad de filtración (relación gas-tela) [m/s]

**Q<sub>gas</sub>**: caudal del gas con concentración de partículas [m3/s]

**A<sub>neta</sub>**: área neta de tela de filtración [m2]

Se determina la relación gas-tela, que produce el efecto óptimo entre la caída de presión y el tamaño del filtro. Una forma de determinar dicho valor es aplicar la ecuación siguiente (Owen et al,1985).

$$V_f = 2.878 * A * B * T^{-0,2335} * C e^{-0,06121} * (0,7471 + 0,0853 * \ln(D_p))$$

Siendo:

**V<sub>f</sub>**: velocidad de filtración (relación gas-tela) [ft/min]

**A**: factor de material, entre 15 (tabaco, harina, grano, aserrín) hasta 6 (carbón activado, negro humo, detergentes, leche en polvo, jabones). Se adopta el valor de 11.

**B**: factor de aplicación, entre 1 y 0,8. Se adopta 1.

**T**: temperatura de aplicación [°F].

**Ce:** concentración de polvo a la entrada, entre 0.05 y 100 [g/ft<sup>3</sup>].  
**Dp:** diámetro de la partícula [μm].

Reemplazando:

$$V_f = 2.878 * 11 * 1 * 64.4^{-0,2335} * 100^{-0,06121} * (0.7471 + 0.0853 * \ln(7.5))$$

$$V_f = 8.29 \text{ ft/min} = 0.042 \text{ m/s}$$

Por lo tanto, el área filtrante necesaria es de:

$$A_f = \frac{Q_{RAMAL\ 1}}{V_f} = \frac{1.5 \text{ m}^3/\text{s}}{0.042 \text{ m/s}}$$

$$A_f = 35.7 \text{ m}^2$$

El Filtro 3 cuenta con un área de filtración mayor a la requerida, por lo tanto el filtro a reutilizar es correcto

### VERIFICACION DEL RAMAL 2 Y 3 CON EL FILTRO ACTUAL (FM292005)

$$Q_{RAMAL\ 2+3} = 0.27 \text{ m}^3/\text{s} + 0.875 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{RAMAL\ 2+3} = 1.145 \text{ m}^3/\text{s}$$

De manera análoga, se verifica la superficie de filtrado:

$$V_f == 0.042 \text{ m/s}$$

$$A_f = \frac{Q_{RAMAL\ 2+3}}{V_f} = \frac{1.145 \text{ m}^3/\text{s}}{0.042 \text{ m/s}}$$

$$A_f = 27.3 \text{ m}^2$$

El filtro actual, ahora si es acorde para el nuevo caudal de trabajo.

### **ALTERNATIVA 2**

#### Cálculo y selección de un nuevo separador de polvo (FM292010)

Para esta ocasión, se planteó estudiar y proponer dos opciones:

- Filtro del tipo Ciclón
- Filtro de Mangas

Consultada a la empresa, la misma nos solicitó que se estudie únicamente el filtro de mangas.

Los cálculos necesarios para la selección del filtro de mangas se realizaron utilizando las siguientes bibliografías:

Preparó: Diego Akerman – Gonzalo Parreño	Revisó: GP 17-11	Aprobó:	Página 12 de 38
---	---------------------	---------	-----------------

- “Diseño de filtro de talegas” de Carlos Alberto Lodoño, de la revista “Ingenierías” Universidad de Medellín, volumen 7, N°12, enero-junio 2008.
- “Diseño y optimización de un sistema ciclón - filtro para despolvado de ambientes industriales” de I. Elortegui y M.R Barboza, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Anteriormente se calculó el caudal total a circular por las tuberías ( $Q=2.8\text{m}^3/\text{s}$ ), así como también la velocidad de filtrado ( $V_f=0.042\text{m}/\text{s}$ ). Por lo tanto se procede a calcular el área filtrante necesaria:

$$A_f = \frac{Q_{TOTAL}}{V_f} = \frac{2.8 \text{ m}^3/\text{s}}{0.042\text{m}/\text{s}}$$

$$A_f = 67\text{m}^2$$

#### Cantidad de mangas necesarias:

Por lo general, el largo de las mangas suelen variar entre 2000 y 6000 mm de largo, y de 120 o 150 mm de diámetro. Se adopta una manga de:

$L_m = 3000 \text{ mm}$ .

$D_m = 150 \text{ mm}$ .

Área de la manga:

$$A_m = \pi * D_m * L_m$$

$$A_m = \pi * 0.15 \text{ m} * 3 \text{ m}$$

$$A_m = 1,42 \text{ m}^2$$

Número de mangas necesario:

$$N^{\circ} \text{ de mangas} = \frac{A_f}{A_m} = \frac{67\text{m}^2}{1.42\text{m}^2}$$

$$N^{\circ} \text{ de mangas} \cong 48$$

Se seleccionará un filtro de que cumpla con lo siguiente:

Largo de la manga: 3000 mm.

Diámetro de la manga: 150 mm.

N° de mangas: 48

#### Selección

El filtro seleccionado será un Filtro de Mangas Automático (FMA) de la empresa Ing. Schellemborg, cual posee las siguientes características:

Preparó: Diego Akerman – Gonzalo Parreño	Revisó: GP 17-11	Aprobó:	Página 13 de 38
---	---------------------	---------	-----------------

Modelo: **FMA 49-150-10**

Caudal: 173.8 m<sup>3</sup>/min.

Superficie Filtrante: 69,5m<sup>2</sup>

Material Filtrante: Poliéster punzonado no tejido de 400 gr/m<sup>2</sup>.

Ratio de filtrado: 150 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>

Cantidad de mangas: 49

Largo de mangas: 3000 mm.

Diámetro de mangas: 150 mm.

Tipo de sujeción: Snap band

Canastos: malla alambre 3mm, galvanizado

### Estimación de la caída de presión

La caída de presión en un filtro de mangas se obtiene mediante la fórmula:

$$\Delta P = \Delta P_s + \Delta P_f + \Delta P_p$$

La misma está compuesta por la resistencia que presenta la tela, más la de la capa de partículas que se forma. La caída de presión aumente conforme la capa de partículas crece sobre la superficie de la manga.

Dónde:

$\Delta P$ : Pérdida de carga total en el filtro [mmca].

$\Delta P_s$ : Caída de carga a través del compartimiento [mmca].

$\Delta P_f$ : Caída de presión a través de la tela [mmca].

$\Delta P_p$ : Caída de presión a través de la capa de partículas [mmca].

La pérdida de carga a través del compartimiento suele ser baja y puede ser ignorada, ya que se la contempla en la caída de presión a través de la tela, cuando el filtro se encuentra en funcionamiento.

La caída de presión a través de la tela se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta P_f = K_1 * V_f$$

Siendo  $K_1$  el factor de resistencia del tejido [mmca\*s/m], que se obtiene de la tabla T02FR:

## Factores de resistencia para telas de tejido plano

TELA	TEJIDO (HILOS/CM)	$K_1$ (mm H <sub>2</sub> O . s/m)
Algodón	18 × 22	125.0
	41 × 27	138.9
Lana	16 × 20	29.8
	14 × 13	13.5
	11 × 12	22.7
	12 × 10	45.5
Nylon	15 × 15	156.3
Orlón	29 × 15	67.6
Fibra de vidrio	13 × 11	147.1
Dacrón	24 × 16	75.8
	30 × 19	263.2
Teflón	30 × 28	125.0

T02FR

Fuente: Perry, R. and Chilton, C., 1986.

T02FR

Las mangas del filtro seleccionado son de poliéster punzado, por lo que adopta para el cálculo el valor de  $K_1 = 263,2 \text{ mmca} \cdot \text{s/m}$ , correspondiente al Dacrón (fibra de poliéster) con el mayor número de hilos por cm para poder filtrar las partículas de menor tamaño.

Reemplazando:

$$\Delta P_f = K_1 * V_f = 263.2 \text{ mmca} * \text{s/m} * 0.042 \text{ m/s}$$

$$\Delta P_f = 11.05 \text{ mmca}$$

La caída de presión a través de la capa de partículas se obtiene mediante:

$$\Delta P_p = K_2 * C_p * V_f^2 * \theta$$

Donde:

$K_2$ : factor de resistencia debido a la capa de partículas [ $\text{mmca} \cdot \text{m}^3/\text{s/g}$ ].

$C_p$ : concentración de partículas en la corriente gaseosa [ $\text{g/m}^3$ ].

$\theta$ : tiempo de acumulación de las partículas o de filtración [s].

El valor de  $C_p$  equivale a  $11,5 \text{ g/m}^3$ . Mientras que para el tiempo de filtración se adopta  $\theta = 900 \text{ s} = 15 \text{ min}$ .

Para  $K_2$ , su valor se obtiene de la siguiente tabla:

Factores de resistencia de ciertas partículas

PARTÍCULAS	$K_2$ (mm H <sub>2</sub> O · m · s/g)						
	833 μm	110 μm	90 μm	45 μm	40 μm	20 μm	2 μm
Oranito	1.618	2.253				20.277	
Fundición	0.635	1.618			3.871		
Yeso					6.452	19.355	
Feldespató					6.452	27.957	
Piedra	0.983		6.452				
Cenizas (negro de humo)							48.337
Óxido de zinc							16.078
Madera			6.452				
Resina (fria)		0.635				25.807	
Avena	1.618		9.831	11.265			
Malt	0.635		3.871	9.012	9.228		

Nota: Cálculos basados en mediciones con aire. Para gases diferentes al aire, los valores de  $K_2$  estipulados en la tabla se deben multiplicar por la viscosidad real del gas dividida por la viscosidad del aire.

Fuente: Perry, R. and Chilton, C., 1986.

T03RP

Reemplazando valores, la caída de presión en la capa de partículas resulta:

$$\Delta P_p = 9,228 \text{ mmca} * m * s/g * 11,5g/m^3 * (0.042m/s)^2 * 900 \text{ s}$$

$$\Delta P_p = 168.48 \text{ mmca}$$

Por lo tanto, la pérdida de carga total a través del filtro es de:

$$\Delta P = \Delta P_f + \Delta P_p = 11.05 \text{ mmca} + 168.48 \text{ mmca}$$

$$\Delta P = 179.53 \text{ mmca}$$

En general, puede esperarse una caída de presión máxima de 127 a 254 mmca a través del filtro de mangas, por lo cual el valor obtenido en el cálculo es aceptable.

Cálculo y selección de una nueva Válvula Rotativa (ESC292010)

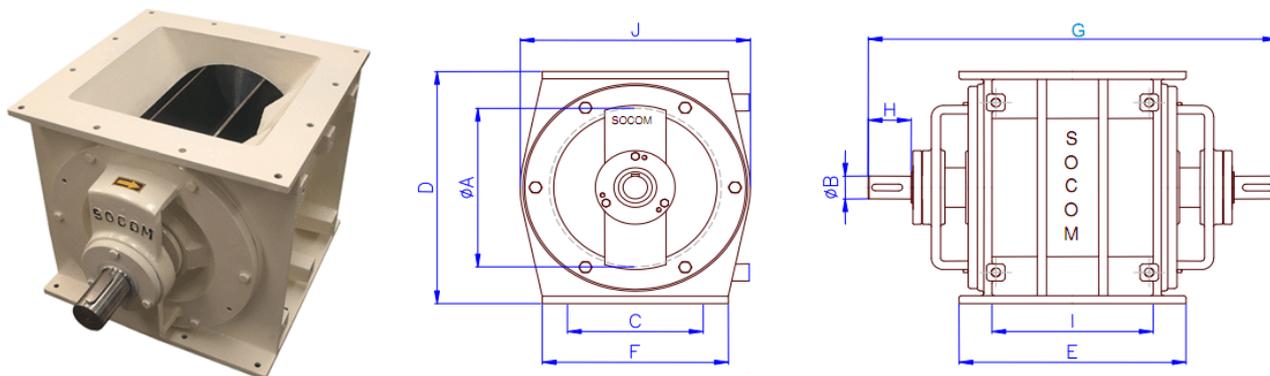
En la descarga del filtro, se instalará una válvula rotativa de siguientes características:

Fabricante: SOCOM

Cuerpo: Fundición Gris

Capacidad de desalajo: 14,04 dm<sup>3</sup>/rev

Coefficiente de llenado: 60%



Serie	ØA	ØB	C	D	E	F	G	H	I	J	Vol./Transp. dm <sup>3</sup> /rev.
150	150	28	110	240	220	180	380	40	150	200	2.08
220	220	40	155	325	290	255	586	60	200	290	6.24
280	280	40	220	410	370	320	665	70	270	365	14.04
360	360	50	250	480	460	370	800	80	350	460	30.25
450	450	50	305	580	520	415	870	85	410	540	57.81
500	500	50	325	650	600	450	1000	110	490	600	81.61
600	600	55	400	800	690	530	1238	120	560	730	140.45
700*	700	55	470	900	852	622	1358	120	700	820	234.92
800*	800	65	600	980	900	760	1440	120	740	930	331.07

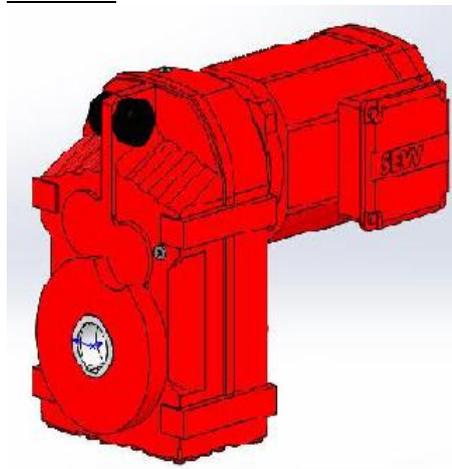
I07 – ESC292010

Cálculo y selección de un nuevo Motorreductor (MR292010)

Dicha válvula será comandada mediante un motorreductor de siguientes características:

Fabricante: SEW – EURODRIVE

Modelo: FA57DRE80M4



Datos técnicos					
FA57DRE80M4					
Características	Valor	Unidad	Características	Valor	Unidad
Velocidad nominal del motor	1435	1/min	Factor de duración	S1-100%	
Velocidad de salida	32	1/min	Clase eficiente	IE2	
Índice de reducción total	44,73		Eficiencia (50/75/100% Pn)	79,2 / 81,3 / 81	%
Par de salida	225	Nm	Marcado CE	No	
Factor de servicio SEW-FB	2,70		Tensión del motor	230/400	V
Posición de montaje	M1		Esquema de conexionado	R13	
Pintura imprimación/CapaFinal	3001 Rojo señal (52930010)		Frecuencia	50	Hz
Posición de conexión/caja de bornas	0	°	Corriente nominal	2,9 / 1,68	A
Entrada de cable/ Posición del conector	X		Cos Phi	0,79	
Eje hueco	40	mm	Clase de aislamiento	155(F)	
Salida permitida con carga radial n=1400	9570	N	Tipo protección del motor	IP55	
Cantidad de lubricante 1er reductor	2,3	Litro	Requisito del diseño	IEC	
Potencia del motor	0,75	kW	Momento de inercia de masa del motor	22,37	10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup>
			Peso neto	40	Kg
			<b>Opciones del motor</b>		
			Aislamiento térmico 155(F)		
			Color: 3001 Rojo señal (52930010)		
			Grado de protección IP 55		

## I08 – MR292010

Se calcula la capacidad de desalojo total a 32 rpm:

$$C_{total} = C_{válvula} * Coef_{llenado} * r.p.m_{motorred}$$

$$C_{total} = 14,04 \text{ dm}^3/\text{rev} * 0,6 * 30 \text{ r.p.m} = 252,7 \text{ dm}^3/\text{min}$$

Por lo tanto, el conjunto válvula – motorreductor cumple ampliamente con la aplicación en donde será instalado.

### 3. Rediseño de tuberías

En este apartado, se calcularán los diámetros de los conductos, velocidades de circulación y caídas de presión por rozamiento en los mismos y accesorios, tanto para la Alternativa 1 como para la Alternativa 2.

#### *Principios aplicados*

Para tal fin se utilizan las siguientes ecuaciones:

- Ecuación de continuidad:

$$Q_i = V_i * A_i$$

Q<sub>i</sub>: caudal en el tramo considerado.

V<sub>i</sub>: velocidad en el tramo i.

A<sub>i</sub>: área del tramo i.

- Balance de masa:

$$Q_t = \sum Q_i$$

- Ecuación de Darcy-Weisbach (para pérdida de carga por tramo):

$$h_{fi} = \frac{f_c * L_e * \gamma_a * V_i^2}{2 * g * D_i}$$

f<sub>c</sub>: factor Darcy (se considera aprox. 0,02).

L<sub>e</sub>: longitud equivalente en tramos rectos de tubería.

γ<sub>a</sub>: densidad del aire.

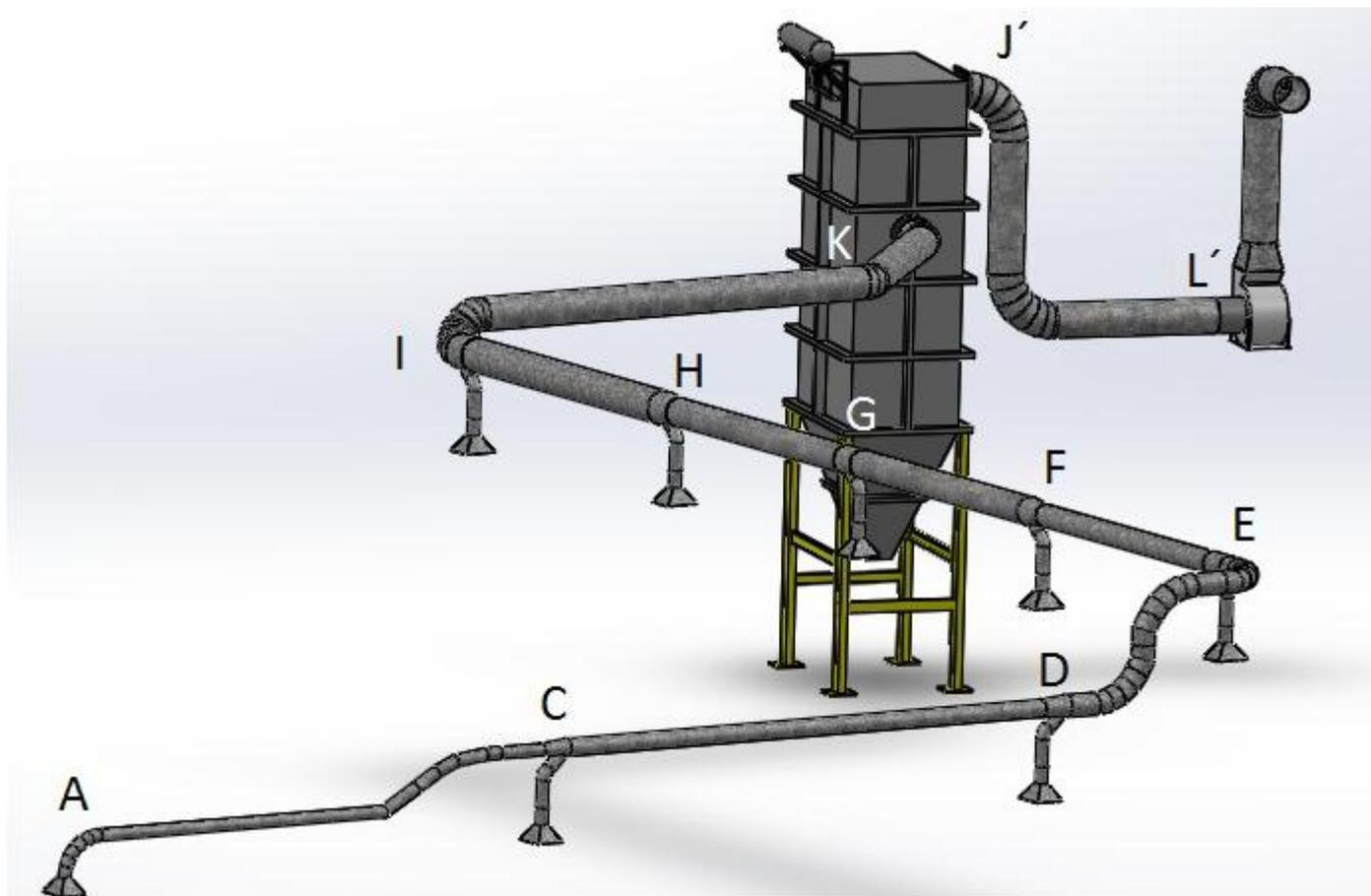
g: aceleración de la gravedad.

D<sub>i</sub>: diámetro del tramo “i”.

#### *Alternativa 1*

##### Rediseño tubería para el Ramal 1 (S292008)

Para realizar el cálculo se procedió a la codificación de los tramos de tubería como se muestra en la I09 – S292008



I09 – S292008

Para visualizar los detalles de los distintos tramos se debe consultar el plano P-S292008.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos

Tramo	Area campana (m2)	Caudal (m3/s)		Diametro (mm)		Velocidad real (m/s)	Hf en campanas (mmca)	Longitud (m)						Peridas Adicionales (mmca) (*)	Hf por tramo (mmca)
		En cada campana	Por Tramo	De diseño	Selección			Tramo recto	Numero de:			Equivalente (accesorios)	Total		
									Codos	Uniones	Angulo de entrada 45º				
A-C	0,075	0,19	0,19	109,28	110,00	19,74	36,46	3,50	3,00	-	-	5,50	9,00	-	75,78
C-D	0,075	0,19	0,38	154,55	155,00	19,88	36,46	3,50	-	1,00	1,00	2,28	5,78	37,68	54,64
D-E	0,075	0,19	0,56	189,28	200,00	17,91	36,46	3,50	2,00	1,00	1,00	14,90	18,40	16,54	72,88
E-F	0,075	0,19	0,75	218,57	200,00	23,89	36,46	3,70	-	1,00	1,00	3,90	7,60	34,77	63,20
F-G	0,075	0,19	0,94	244,36	250,00	19,11	36,46	2,70	-	1,00	1,00	9,10	11,80	25,09	57,72
G-H	0,075	0,19	1,13	267,69	250,00	22,93	36,46	2,70	-	1,00	1,00	9,10	11,80	19,61	67,07
H-I	0,075	0,19	1,31	289,13	300,00	18,58	36,46	4,00	-	1,00	1,00	11,40	15,40	28,96	58,31
I-K	0,075	0,19	1,50	309,10	300,00	21,23	36,46	2,88	4,00	-	-	17,50	17,50	20,21	68,89
F. Mangas	-	-	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150,00
J'-L'	-	-	1,50	309,10	300,00	21,23	-	2,70	2,00	-	-	11,00	13,70	-	25,39
Descarga	-	-	1,50	309,10	300,00	21,23	-	1,50	1,00	-	-	5,50	7,00	-	12,97

(\*) Pérdidas adicionales: hace referencia a la caída de presión que se debe adicionar para compensar la aspiración de las ramas en paralelo.

T04R

Una vez rediseñado este Ramal y calculado su pérdida de carga, se procede a verificar si el ventilador ya instalado en el Filtro 3 es acorde para extraer este caudal y vencer las pérdidas de carga de este sistema.

Datos del ventilador disponible (SP292008):

Fabricante: Ventec  
Modelo: PAC-22-450  
Caudal: 6000m<sup>3</sup>/h  
Delta P: 280mmca  
Rpm: 2925  
ALETAS HACIA ATRÁS (12 aletas)  
DIAMETRO 433MM  
ANCHO 360MM

**Presión necesaria**

Para calcular el ventilador, se deben determinar las pérdidas en la tubería y accesorios debidas a la circulación del aire.

Para tal fin se plantea la ecuación de Bernoulli entre los distintos puntos del circuito de aire. Dichos puntos se observa en la I09R

Ecuación de Bernoulli:

$$Pe_1 + Z_1 + Pd_1 + hf_{1-2} = Pe_2 + Z_2 + Pd_2 + W_t$$

Dónde:

Pe: es la presión estática [mmca].

Z: altura piezométrica [mmca].

Pd: presión dinámica [mmca].

hf: pérdida de carga en el tramo considerado [mmca].

Wt: presión que el ventilador debe aportar al sistema [mmca].

- El valor de Z se obtiene:

$$Z_i = \gamma_a * H_i$$

Siendo:

$\gamma_a$ : densidad de aire (1,2 kg/m<sup>3</sup>).

H<sub>i</sub>: altura del punto considerado, respecto al nivel de referencia [m].

- La presión dinámica se halla con la expresión:

$$P_{di} = \frac{\gamma_a * V^2}{2 * g}$$

La cual:

V: es la velocidad de circulación del aire [m/s].

g: es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).

- Los valores de h<sub>f</sub> se obtuvieron en la tabla T04R de la sección de tuberías

Los resultados obtenidos para cada tramo de la instalación se observan en la siguiente tabla:

Preparó: Diego Akerman – Gonzalo Parreño	Revisó: GP 17-11	Aprobó:	Página 21 de 38
---	---------------------	---------	-----------------

Nivel	Velocidad [m/s]	Altura [m]	Hf [mmca]	Pdi [mmca]	Zi [mmca]	Pei [mmca]
A	19,74	0	75,78	23,83	0	10332,3
C	19,88	0,78	54,64	24,17	0,94	10389,84
D	17,91	0,78	72,88	19,62	0,94	10392,69
E	23,89	1,38	63,2	34,91	1,66	10421,13
F	19,11	1,38	57,72	22,34	1,66	10464,28
G	22,93	1,38	67,07	32,16	1,66	10464,72
H	18,58	1,38	58,31	21,11	1,66	10513,48
I	21,23	1,38	68,89	27,57	1,66	10516,65
K	21,23	2	150	27,57	2,40	10434,80
J'	21,23	2,58	25,39	27,57	3,10	10558,72
Desc.	21,23	2,88	12,97	27,57	3,46	10332,30
<b>Wt</b>						<b>238,48</b>

T05HF

La presión que debe aportar el ventilador es de 238,5mmca. Por lo tanto se utilizará el ventilador disponible antes mencionado.

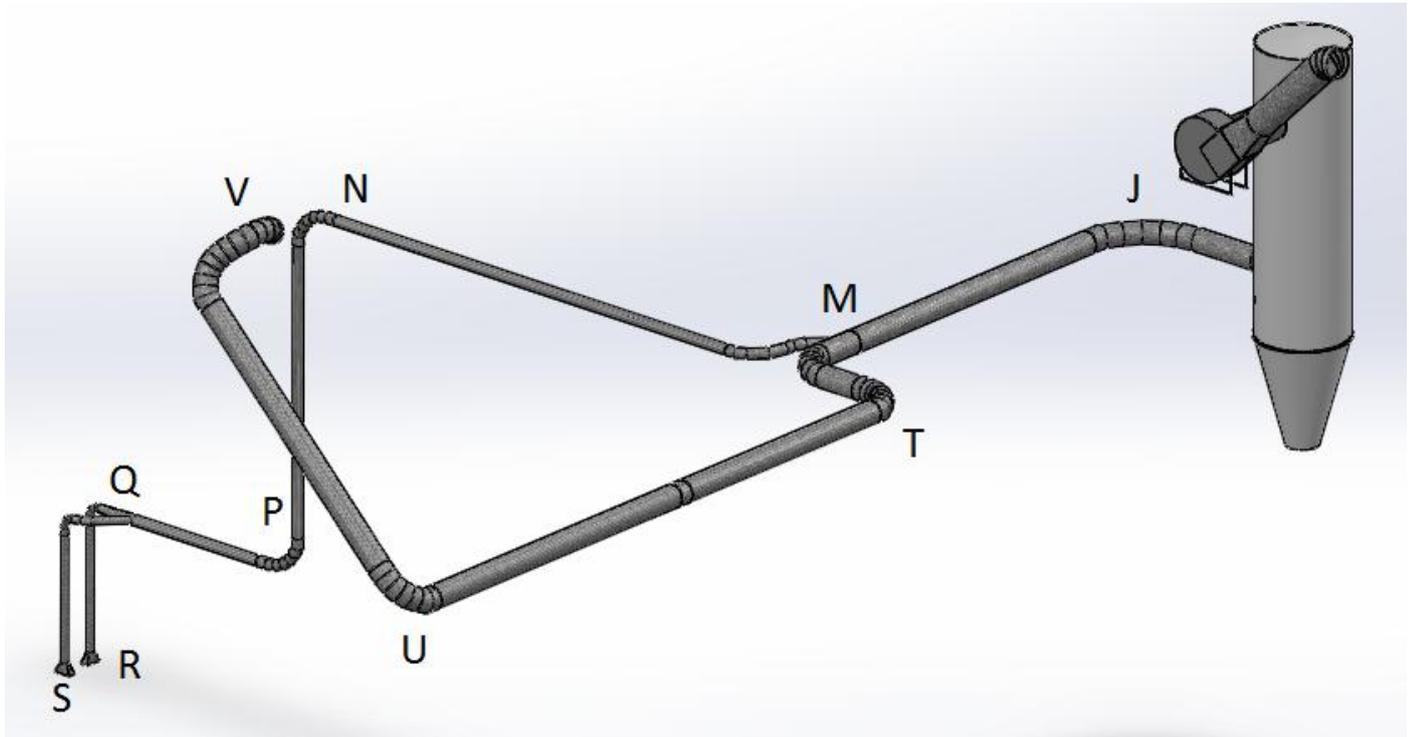
Rediseño tubería para el Ramal 2 y 3 (S292005)

Se realiza el mismo procedimiento que para el Ramal 1. Pero en esta ocasión, el ventilador a estudiar, será el que se encuentra actualmente instalado:

Datos Ventilador Actual (SP292005):

Fabricante: Miag Braunschweig  
 Caudal: 4600m<sup>3</sup>/h  
 Delta P: 65mmca  
 Rpm: 1430  
 ALETAS HACIA ATRÁS (20 aletas)  
 DIAMETRO 530MM  
 ANCHO 230MM

La I10 – S292005 muestra la codificación de los tramos en la tubería y en el Plano P-S292005 se detallan los tramos



I10 – S292005

La siguiente tabla muestra los diámetros, velocidades y pérdidas de presión obtenidos en los distintos tramos:

Tramo	Area campana (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /s)		Diametro (mm)		Velocidad real (m/s)	Hf en campanas (mmca)	Longitud (m)					Peridas Adicionales (mmca) (*)	Hf por tramo (mmca)	
		En cada campana	Por Tramo	De diseño	Selección			Tramo recto	Numero de:		Equivalente (accesorios)	Total			
									Codos	Uniones					Angulo de entrada 45°
R-Q	0,0207	0,12	0,12	86,95	100	15,12	36,46	2,00	1	-	-	3,1	5,10	-	50,84
S-Q	0,0207	0,12	0,12	86,95	100	15,12	36,46	2,00	1	-	-	3,1	5,10	-	50,84
Q-P	-	0,24	0,24	122,97	140	15,43	-	2,10	-	1	1	2,11	4,21	-	8,83
P-N	-	0,24	0,24	122,97	140	15,43	-	4,02	1	-	-	4,3	8,32	-	17,45
N-M	-	0,24	0,24	122,97	140	15,43	-	6,10	1	-	-	4,3	10,40	-	21,81
V-U	0,0730	1,06	1,06	299,89	305	14,50	36,70	4,00	2	-	-	16,4	20,40	-	54,05
U-T	-	-	1,06	299,89	305	14,50	-	8,20	1	-	-	8,2	16,40	-	13,95
T-M	-	-	1,06	299,89	305	14,50	-	0,5	2	-	-	16,4	16,90	21,50	14,37
M-J	-	-	1,30	331,81	305	17,75	-	4,5	1	-	1	10,8	15,30	-	19,50
F.	-	-	1,30	331,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Descarga	-	-	1,30	331,81	305	17,75	-	1,5	1	-	-	4	5,5	-	7,01

(\*) Pérdidas adicionales: hace referencia a la caída de presión que se debe adicionar para compensar la aspiración de las ramas en paralelo.

### T06R

A continuación, se calcula la presión que necesaria del ventilador

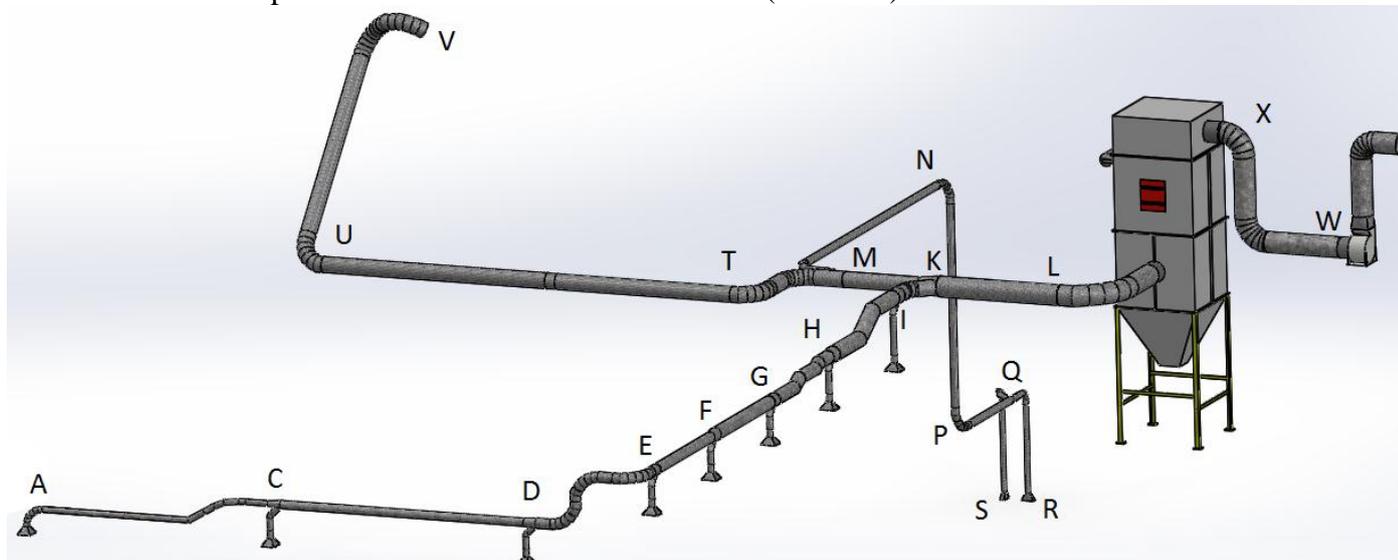
Nivel	Velocidad [m/s]	Altura [m]	Hf [mmca]	Pdi [mmca]	Zi [mmca]	Pei [mmca]
R	15,12	-6,02	50,84	13,98	-7,22	10332,30
S	15,12	-6,02	50,84	13,98	-7,22	10332,30
Q	15,43	-4,02	8,83	14,56	-4,82	10371,33
P	15,43	-4,02	17,45	14,56	-4,82	10362,71
N	15,43	0	21,81	14,56	0,00	10353,53
V	14,50	2,3	54,02	12,86	2,76	10332,30
U	14,50	0	13,95	12,86	0,00	10375,13
T	14,50	0	13,37	12,86	0,00	10375,71
M	15,50	0	19,50	14,69	0,00	10389,24
J	17,75	0	100,00	19,27	0,00	10304,17
Desc.	17,75	2,5	7,01	19,27	3,00	10332,30
<b>Wt</b>						<b>61,86</b>

### T07HF

Se obtiene una presión de 62mmca, por lo que se concluye que el ventilador antes mencionado (Miag Braunschweig) es acorde para este sistema, por lo que se reutilizará.

**Alternativa 2**

De manera análoga, se calculan las pérdidas de carga y selecciona el ventilador para la Alternativa 2. La I11 – S292010 representa la codificación de los tramos (S292010):



I11 – S292010

Ver Plano P-S292010

En la T08R se pueden observar las distintos diámetros, velocidades y perdidas de presión obtenidos

Tramo	campana (m2)	En cada campana	Por Tramo	De diseño	Selección	velocidad real (m/s)	campanas (mmca)	Tramo recto	Codos	Uniones	Angulo de entrada 45º	Equivalente (accesorios)	Total	Adicionales (mmca) (*)	por tramo (mmca)
A-C	0,075	0,19	0,19	109,28	110,00	19,74	36,46	3,50	3,00	-	-	5,50	9,00	-	75,78
C-D	0,075	0,19	0,38	154,55	155,00	19,88	36,46	3,50	-	1,00	1,00	2,28	5,78	37,68	54,64
D-E	0,075	0,19	0,56	189,28	200,00	17,91	36,46	3,50	2,00	1,00	1,00	14,90	18,40	16,54	72,88
E-F	0,075	0,19	0,75	218,57	200,00	23,89	36,46	3,70	-	1,00	1,00	3,90	7,60	34,77	63,20
F-G	0,075	0,19	0,94	244,36	250,00	19,11	36,46	2,70	-	1,00	1,00	9,10	11,80	25,09	57,72
G-H	0,075	0,19	1,13	267,69	250,00	22,93	36,46	2,70	-	1,00	1,00	9,10	11,80	19,61	67,07
H-I	0,075	0,19	1,31	289,13	300,00	18,58	36,46	4,00	-	1,00	1,00	11,40	15,40	28,96	58,31
I-K	0,075	0,19	1,50	309,10	300,00	21,23	36,46	2,88	4,00	-	-	17,50	17,50	20,21	68,89
R-Q	0,0207	0,12	0,12	86,95	100	15,12	36,46	2,00	1	-	-	3,1	5,10	-	50,84
S-Q	0,0207	0,12	0,12	86,95	100	15,12	36,46	2,00	1	-	-	3,1	5,10	-	50,84
Q-P	-	0,24	0,24	122,97	140	15,43	-	2,10	-	1	1	2,11	4,21	-	8,83
P-N	-	0,24	0,24	122,97	140	15,43	-	4,02	1	-	-	4,3	8,32	-	17,45
N-M	-	0,24	0,24	122,97	140	15,43	-	6,10	1	-	-	4,3	10,40	-	21,81
V-U	0,0730	1,06	1,06	299,89	305	14,50	36,70	4,00	2	-	-	16,4	20,40	-	54,05
U-T	-	-	1,06	299,89	305	14,50	-	8,20	1	-	-	8,2	16,40	-	13,95
T-M	-	-	1,06	299,89	305	14,50	-	0,50	2	-	-	16,4	16,90	21,50	14,37
M-K	-	-	1,30	331,81	305	17,75	-	4,50	1	-	1	10,8	15,30	-	19,50
K-L	-	-	2,80	422,04	400	22,26	-	2,48	1	-	1	14,81	17,29	19,34	26,42
F. Mangas	-	-	2,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179,53
X-W	-	-	2,80	422,04	400	22,26	-	1,20	2	-	-	21,86	23,06	-	35,25
Descarga	-	-	2,80	422,04	400	22,26	-	1,50	1	-	-	10,93	12,43	-	19,00

T08R

Luego se calcula la presión necesaria para el ventilador (T09HF)

	Nivel	Velocidad [m/s]	Altura [m]	Hf [mmca]	Pdi [mmca]	Zi [mmca]	Pei [mmca]
Ramal 1	A	19,74	-1,78	75,78	23,83	-2,136	10332,3
	C	19,88	-1	54,64	24,17	-1,20	10352,16
	D	17,91	-1	72,88	19,62	-1,20	10338,48
	E	23,89	-0,4	63,2	34,91	-0,48	10332,15
	F	19,11	-0,4	57,72	22,34	-0,48	10350,20
	G	22,93	-0,4	67,07	32,16	-0,48	10331,03
	H	18,58	-0,2	58,31	21,11	-0,24	10350,59
	I	21,23	0	68,89	27,57	0,00	10333,32
	Ramal 2	R	15,12	-6,02	50,84	13,98	-7,22
S		15,12	-6,02	50,84	13,98	-7,22	10332,30
Q		15,43	-4,02	8,83	14,56	-4,82	10371,33
P		15,43	-4,02	17,45	14,56	-4,82	10362,71
N		15,43	0	21,81	14,56	0,00	10353,53
Ramal 3	V	14,50	2,3	54,02	12,86	2,76	10332,30
	U	14,50	0	13,95	12,86	0,00	10375,13
	T	14,50	0	13,37	12,86	0,00	10375,71
	M	17,75	0	19,50	19,27	0,00	10384,67
Ramal Principal	K	22,26	0	26,42	30,31	0,00	10654,09
	L	22,26	0	179,53	30,31	0,00	10500,98
	X	22,26	2	35,25	30,31	2,40	10642,86
	Desc	22,26	1,2	19,00	30,31	1,44	10332,3
	Wt						327,77

## T09HF

Para esta alternativa, se deberá seleccionar un nuevo ventilador (SP292010), que cumpla con las siguientes características:

Caudal: 10080m<sup>3</sup>/h (2.8m<sup>3</sup>/s)

Delta P: 328mmca

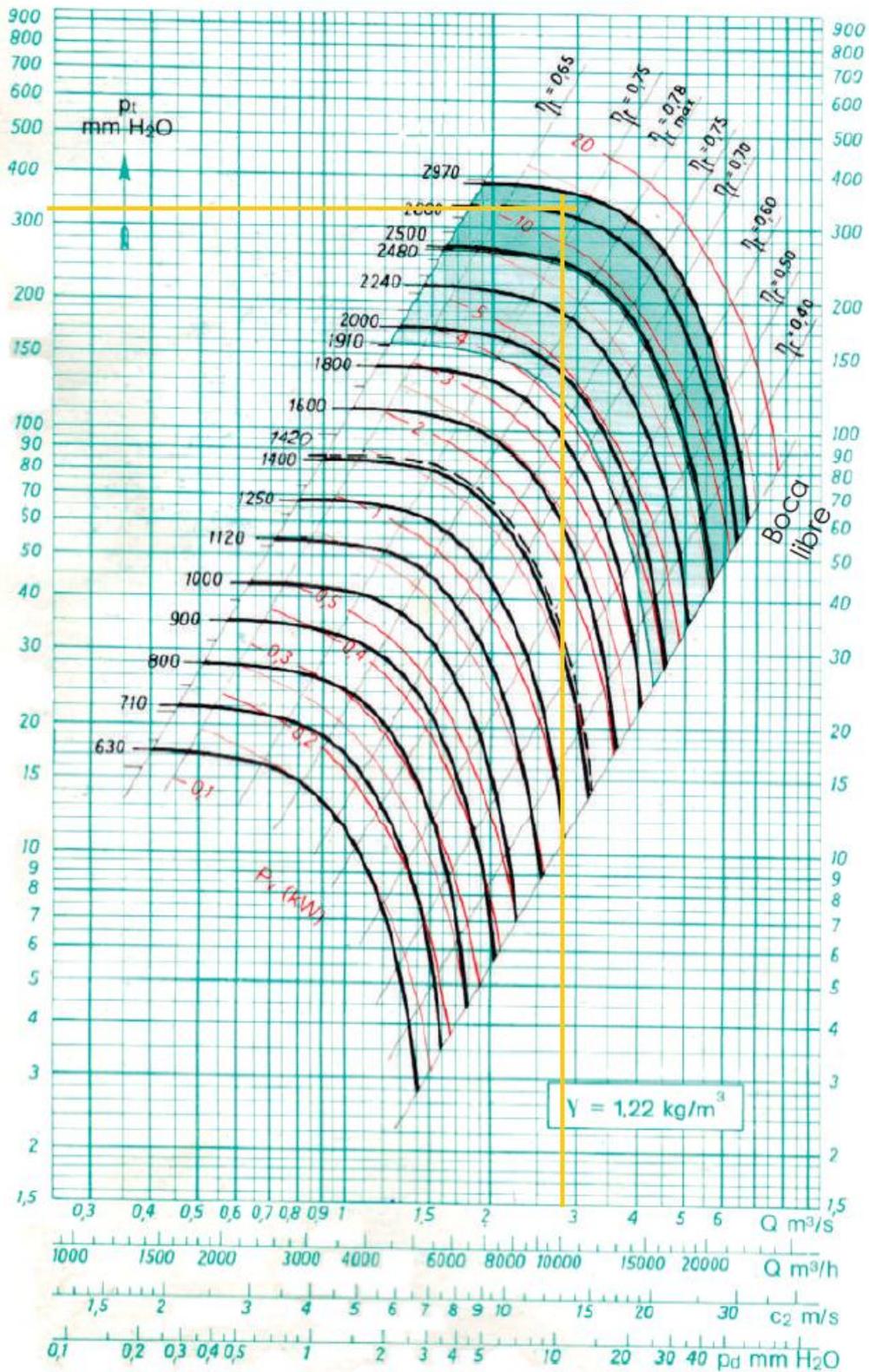
Se selecciona un ventilador centrífugo del fabricante Gatti S.A

Características del ventilador seleccionado:

- = Modelo: RU 400 SASE
- = Tipo de alabes: inclinados hacia atrás - auto limpiante
- = Sistema: Trifásico
- = Potencia: 13.6kW / 18HP
- = Velocidad: 2800 rpm
- = Arreglo: DM4
- = Caudal: 3m<sup>3</sup>/s
- = Delta P: 340mmca



**RU 400**



I12 – SP292010 curva ventilador seleccionado

**Motor (M292010)**

Se selecciona un motor eléctrico de W22 de 20HP del fabricante Weg, de características indicadas en la T10M:



I13 – M292010

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (Nm)	Corriente con rotor trabado IV In	Par con rotor trabado TV/Tn	Par máximo Tb/Tn	Momento de inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	380 V						Corriente nominal In (A)	
								Caliente	Frio			% de la potencia nominal			RPM	Factor de potencia			
												Rendimiento		100		50	75		100
kW	HP											50	75	100					
II Polos - 3000 rpm - 50 Hz																			
0,12	0,16	63	0,420	3,8	2,3	2,3	0,00011	27	59	4,3	52	2690	48,0	55,0	58,8	0,59	0,74	0,84	0,369
0,18	0,25	63	0,630	4,2	2,4	2,3	0,00013	30	66	4,7	52	2700	52,5	57,5	59,5	0,60	0,75	0,85	0,541
0,25	0,33	63	0,880	4,3	2,5	2,3	0,00016	25	55	5,1	52	2685	54,0	59,0	60,0	0,56	0,71	0,81	0,782
0,37	0,5	71	1,29	4,6	2,3	2,4	0,00027	16	35	5,5	56	2700	64,6	67,5	66,6	0,67	0,81	0,88	0,959
0,55	0,75	71	1,94	4,5	2,2	2,2	0,00033	13	29	6,5	56	2665	66,4	67,0	66,5	0,74	0,86	0,91	1,38
0,75	1	80	2,60	5,1	2,5	2,6	0,00055	14	31	9,5	59	2730	70,8	72,7	71,6	0,69	0,82	0,88	1,81
1,1	1,5	80	3,79	5,9	2,9	2,9	0,00076	14	31	13,5	59	2750	75,3	76,3	75,6	0,71	0,83	0,89	2,48
1,5	2	90S	5,05	6,3	2,7	2,6	0,0017	7	15	15,0	68	2820	78,0	80,1	78,9	0,70	0,81	0,87	3,32
2,2	3	90L	7,48	6,8	2,8	2,9	0,0022	9	20	16,7	68	2790	78,5	80,2	80,8	0,70	0,82	0,88	4,70
3	4	100L	10,0	6,7	2,3	2,8	0,0052	9	20	23,5	67	2855	82,4	83,0	83,0	0,75	0,85	0,89	6,17
4	5,5	112M	13,3	6,8	2,4	3,0	0,0073	9	20	31,0	64	2860	83,0	84,2	84,5	0,77	0,86	0,89	8,08
5,5	7,5	132S	18,1	6,5	2,4	3,0	0,0159	11	24	42,0	68	2895	84,4	86,0	86,0	0,77	0,85	0,89	10,9
7,5	10	132S	24,7	6,4	2,3	2,6	0,0187	11	24	53,0	68	2890	86,8	87,5	87,0	0,78	0,86	0,89	14,7
9,2	12,5	132M	30,2	7,5	2,7	3,1	0,0243	8	18	58,0	68	2900	87,4	88,5	88,4	0,76	0,85	0,89	17,8
11	15	160M	35,9	6,8	2,0	2,7	0,0353	11	24	98,0	67	2920	88,4	88,7	88,1	0,76	0,85	0,88	21,6
15	20	160M	48,9	7,2	2,2	2,8	0,0471	9	20	108	67	2945	89,9	89,8	89,1	0,76	0,84	0,88	29,1
18,5	25	160L	60,1	7,8	2,4	3,1	0,0559	7	15	122	67	2935	90,8	90,8	90,1	0,75	0,84	0,88	35,5
22	30	180M	71,6	7,3	2,0	2,8	0,0965	7	15	156	67	2925	90,9	90,8	90,3	0,80	0,86	0,89	41,6
30	40	200L	96,8	6,3	2,1	2,4	0,1794	18	40	220	72	2955	91,8	91,9	91,2	0,80	0,86	0,88	56,8
37	50	200L	120	6,5	2,2	2,4	0,2063	16	35	232	72	2945	92,2	92,4	91,6	0,80	0,87	0,88	69,7
45	60	225S/M	145	6,9	2,0	2,8	0,3139	10	22	356	75	2955	91,9	92,5	92,5	0,82	0,88	0,90	82,1
55	75	250S/M	178	6,7	2,0	2,7	0,3767	12	26	413	75	2955	92,3	92,9	92,5	0,83	0,88	0,90	100

T10M

## MATERIALES

### Tuberías TCCS292001 – TCCS292002

Para cualquiera de las dos alternativas planteadas, el Ramal 3 se mantendrá tal cual se encuentra actualmente, por lo tanto los materiales a utilizar serán para los Ramales 1 y 2.

Los ductos serán de las dimensiones según planos(\*), en sección circular y de material de acero galvanizado engrafado y con uniones auto-conectables. Los mismos serán de sección circular, lisos, libres de abolladuras, de espesor 1,20mm (N° 18)

Las curvas serán de radio medio  $R= 1,5$  veces el diámetro del caño y con un mínimo de 3 gajos para curvas de 90°, las uniones de éstas con los tramos rectos también serán del tipo auto-conectable.



I14U – uniones con machihembrado (auto-conectables)

(\*) Planos:

- P-TCC 292001-1
- ..
- P-TCC 292001-7
- P-TCC 292002-1
- ..
- P-TCC 292002-9

Las conexiones en los filtros y en los ventiladores serán mediante bridas realizadas con planchuelas de 1/2" x 1/8"

**Sujeciones**

Las sujeciones serán por medio de varillas trefiladas SAE 1010 de 1/2” de diámetro, sujetas al techo y en el otro a un cáncamo de planchuela SAE 1010 de 1 1/4” x 1/4”, que se abraza a la tubería. Estas abrazaderas estarán ubicadas entre los tramos que se indican en las tablas T11A y T12A para la alternativa 1 y para la alternativa 2 respectivamente, se indica también el diámetro de la abrazadera:

Tramo	Abrazadera (mm)
C-D	155
E-F	200
I-K	300
N-M	140
M-J	305

T11A

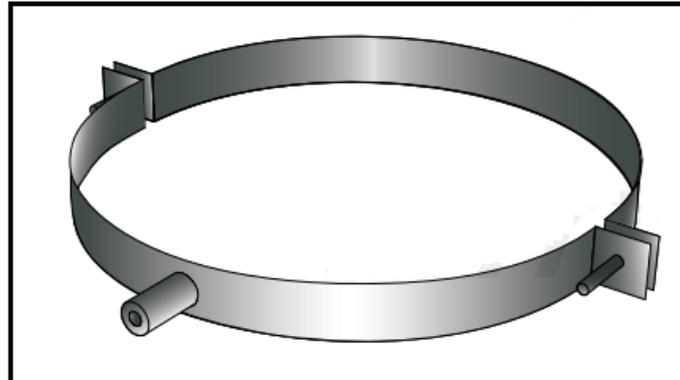
Tramo	Abrazadera (mm)
C-D	155
E-F	200
N-M	140
M-J	305
K-L	400

T12A

Estas varillas constarán de un tensor metálico que permite ajustar la tensión de la misma.



I15T



I16A

Tanto para la Alternativa 1 como para la Alternativa 2, las campanas a utilizar serán las mismas, por lo tanto, las campanas que se detallaran a continuación, serán válidas para cualquier alternativa.

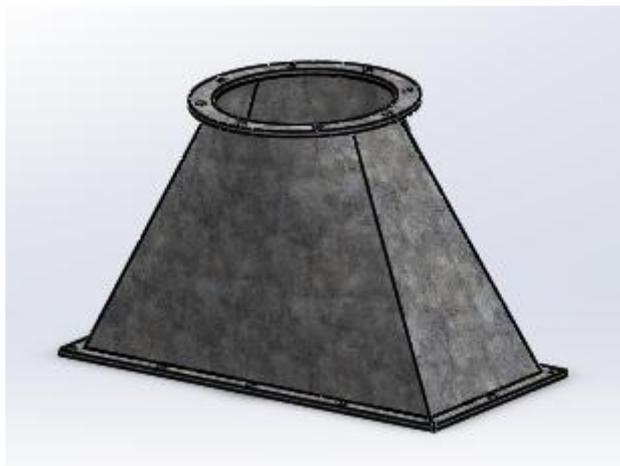
Los dos tipos de campanas se fabricarán a partir de chapa lisa de acero SAE 1010 galvanizado de calibre 18. A cada campana se le soldarán dos bridas de conexión fabricadas en planchuela de acero SAE 1010 de 11/2” x 1/8” con orificios pasantes de 3/8”. En la T13B se especifica las dimensiones de cada brida.

	Tipo de Brida					
	Rectangular			Circular		
	Dimensiones (mm)	Cant. Orificios	Total de bridas	Diámetro (mm)	Cant. Orificios	Total de bridas
Campana C1	240 x 100	12	2	100	8	2
Campana C2	300 x 250	16	8	110	8	8

T13B

### Campanas denominadas C1

En los planos P-29200A-B1 y P-29200A-B2, se detallan las dimensiones de las bridas. Las medidas de fabricación para dicha campana se detallan en el plano P-C29200A-C1



I17 - C29200A-C1

### Campanas denominadas C2

En los planos P-29200A-B3 y P-29200A-B4, se detallan las dimensiones de las bridas. Las medidas de fabricación para dicha campana se detallan en el plano P-C29200A-C2



I18 - C29200A-C2

En ambas campanas, las bridas cuadradas irán atornilladas a la tapa del redler

El montaje de las uniones bridadas será mediante tornillos cabeza hexagonal de 3/8" x 1". Cada tornillo contará con una arandela plana, una Grower y su respectiva tuerca.

**Sellado de uniones**

Todas las uniones que se realicen, serán selladas con masilla para metales, a fin de asegurar la hermeticidad de los conductos.



I19M

### Mantenimiento

El mantenimiento es válido para cualquier alternativa, el mismo estará sujeto a las recomendaciones de los fabricantes según el manual de cada equipo.

Para las tuberías, se deberá realizar una inspección mensual de acuerdo a los siguientes ítems:

- ✓ Inspeccionar el estado de tuberías.
- ✓ Verificar que no haya pérdidas en las mismas.
- ✓ Inspeccionar dentro de las tuberías a través de las bocas de inspección indicadas en los planos, verificando que las mismas no se encuentren obstruidas o con exceso de polvo acumulado.
- ✓ Realizar medición de diferencial de presión mediante un tubo Pitót en los puntos marcados en los planos P-S292005-BP ; P-S292008-BP y P-S292010-BP, de esta forma se debe comparar la presión medida con la siguiente tabla de referencia para verificar que la velocidad de circulación es la adecuada:

	Ptos medicion	Velocidad ideal (m/s)	Diferencial de Presion ideal (Pa)	Diferencia de altura a medir h (cm)
<b>Alternativa 1 - Ramal 1</b>	PP292008-AC	19,74	233,80	2,4
	PP292008-GH	22,93	315,47	3,2
	PP292008-IK	21,23	270,43	2,8
	PP292008-L'M'	21,23	270,43	2,8
<b>Alternativa 1 - Ramal 2 y 3</b>	PP292005-SQ	15,12	137,17	1,4
	PP292005-RQ	15,12	137,17	1,4
	PP292005-QP	15,43	142,85	1,5
	PP292005-NM	15,43	142,85	1,5
	PP292005-VU	14,5	126,15	1,3
	PP292005-UT	14,5	126,15	1,3
	PP292005-MJ	17,75	189,04	1,9
<b>Alternativa 2 - Ramal 1, 2 y 3</b>	PP292010-AC	19,74	233,80	2,4
	PP292010-GH	22,93	315,47	3,2
	PP292010-SQ	15,12	137,17	1,4
	PP292010-RQ	15,12	137,17	1,4
	PP292010-QP	15,43	142,85	1,5
	PP292010-NM	15,43	142,85	1,5
	PP292010-VU	14,5	126,15	1,3
	PP292010-UT	14,5	126,15	1,3
	PP292010-KL	22,26	297,30	3,0
	PP292010-XW	22,26	297,30	3,0

**T14P**

Si el valor medido se encuentra próximo a lo indicado en la tabla T14P (diferencia de altura h), la velocidad de circulación del aire en las tuberías es la correcta.

Los valores de la columna se obtuvieron utilizando las siguientes formulas:

$$\Delta P = \frac{1}{2} * \rho_F * v^2$$

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{(\rho_L - \rho_F) * g * 1000}$$

Siendo:

- =  $\Delta P$ : Diferencial de Presion (Pa)
- =  $\Delta h$ : Diferencial de altura (cm)
- =  $\rho_L$ : Densidad del líquido (agua) : 997Kg/m<sup>3</sup>
- =  $\rho_F$ : Densidad del fluido (aire) : 1,2Kg/m<sup>3</sup>
- =  $v$ : Velocidad del fluido en la tubería (m/s)
- =  $g$ : Constante de gravedad (9,81m/s<sup>2</sup>)

## Anexos Memorias de Cálculos

### Referencia de Imágenes

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
I01 - S292003	Ramal Sistema Aspiración Actual
I02 - S292003	Nomeclartura ramales
I03C	Tipos de captores
I04V	Valores típicos de velocidades de captura
I05VC	Velocidad en conductos
I06C	Imagen Campana 1
I07 - ESC292010	Selección Valvula Rotativa - Alternativa 2
I08 - MR292010	Selección Motorreductor - Alternativa 2
I09 - S292008	Rediseño Ramal 1 - Alternativa 1
I10 - S292005	Rediseño Ramal 2 y 3 - Alternativa 1
I11 - S292010	Rediseño Ramal 1, 2 y 3 - Alternativa 2
I12 - SP292010	Curva ventilador seleccionado - alternativa 2
I13 - M292010	imagen motor electrico - alternativa 2
I14U	Imagen Uniones con machihembrado (auto-conectables)
I15T	Imagen tensor metalico
I16A	Imagen abrazadera sujecion
I17 - C29200A-C1	Campana C1 - Alternativa 1 y 2
I18 -C29200A-C1	Campana C2 - Alternativa 1 y 2
I19M	Imagen masilla para sellar uniones

Referencia de Tablas

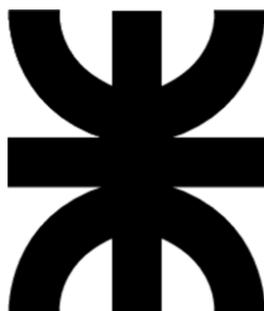
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T01F	Filtros a estudiar
T02FR	Tabla factor de resistencia del tejido
T03RP	Tabla factor resistencia particulas
T04R	Valores Ramal 1
T05HF	Presion estatica ventilador ramal 1
T06R	Valores Ramal 2 y 3
T07HF	Presion estatica ventilador ramal 2 y 3
T08R	Valores Ramal 1, 2 y 3
T09HF	Presion estatica venteador alternativa 2
T10M	Tabla selección motor electrico - alternativa 2
T11A	Tabla abrazaderas sujecion - alternativa 1
T12A	Tabla abrazaderas sujecion - alternativa 2
T13B	Tabla dimensiones bridas para campanas
T14P	Tabla altura a medir en los Puntos para Pitot

Referencia de Planos

Código	Descripción
P-S292008	Sistema de Aspiración 8
P-S292005	Sistema de Aspiración 5
P-TCC S292005-2	Campana salida del ventilador SP292005
P-TCC S292005-3	Codo de salida del ventilador SP292005
P-TCC 292001	Detalle de tubos machihembrado
P-TCC 292001-1	Codo 90° 100mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-2	Codo 90° 140mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-3	Codo 90° 200mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-4	Codo 90° 300mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-5	Codo 45° 300mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-6	Codo 45° 100mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-7	Codo 90° 305mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-8	Codo 90° 305mm Radio Largo - Alternativa 1
P-TCC S292001	Abrazadera
P-TCC S292005-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 5
P-TCC S292008-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 8
P-FM292008-C	Union de tuberias a FM292008
P-S292010-1	Sistema de Aspiracion 10
P-S292010-2	Sistema de aspiración 10 vista en planta
P-S292010-3	Sistema de aspiración 10 vista frontal
P-TCC 292002-1	Codo 90° 100mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-2	Codo 90° 140mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-3	Codo 90° 200mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-6	Codo 45° 100mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-7	Codo 90° 305mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-8	Codo 90° 305mm Radio Largo - Alternativa 2
P-TCC 292002-9	Codo 90° 400mm - Alternativa 2
P-TCC S292010-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 10
P-29200A-B1	Brida circular 100mm - Campana C1
P-29200A-B2	Brida rectangular 100x240mm - Campana C1
P-29200A-B3	Brida circular 110mm - Campana C2
P-29200A-B5	Brida rectangular 300x250mm - Campana C2
P-C29200A-C1	Campana C1
P-C29200A-C2	Campana C2
P-292001-1	Sistema de Aspiración 5 y 8
P-292001-2	Sistema de Aspiración 5 y 8 vista en planta
P-292001-3	Sistema de Aspiración 5 y 8 vista frontal
P-S292005-BP	Boca para medicion con tubo Pitot
P-S292008-BP	Boca para medicion con tubo Pitot
P-S292010-BP	Boca para medicion con tubo Pitot

## Índice General:

<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL .....</b>	<b>3</b>
<b>Verificación del filtro y velocidad actual .....</b>	<b>3</b>
<b>Estudio del ventilador actual .....</b>	<b>4</b>
<b>Propuestas: .....</b>	<b>4</b>
1. Aumento de velocidad en las tuberías .....	5
CAPATACION DE POLVO (C29200A) .....	5
Velocidad de captura en la campana .....	6
Calculo del caudal en las campanas .....	7
CAUDAL DE ASPIRACION EN RAMAL 1 .....	7
Pérdida de carga en las campanas (Ramal 1) .....	7
CAUDAL DE ASPIRACION EN RAMAL 2 .....	8
Pérdida de carga en las campanas (Ramal 2) .....	9
CAUDAL DE ASPIRACION EN RAMAL 3 .....	9
Pérdida de carga en la boca de aspiración (Ramal 3) .....	9
2. Evaluación del nuevo caudal .....	10
ALTERNATIVA 1: .....	10
Estudio de filtros existentes en planta .....	10
VERIFICACION DEL RAMAL 1 CON EL FILTRO 3 (FM292008) .....	11
VERIFICACION DEL RAMAL 2 Y 3 CON EL FILTRO ACTUAL (FM292005) .....	12
ALTERNATIVA 2 .....	12
Cálculo y selección de un nuevo separador de polvo (FM292010) .....	12
Cálculo y selección de una nueva Válvula Rotativa (ESC292010) .....	17
Cálculo y selección de un nuevo Motorreductor (MR292010) .....	18
3. Rediseño de tuberías .....	19
Principios aplicados .....	19
Alternativa 1 .....	19
Rediseño tubería para el Ramal 1 (S292008) .....	19
Rediseño tubería para el Ramal 2 y 3 (S292005) .....	23
Alternativa 2 .....	25
<b>MATERIALES .....</b>	<b>29</b>
Tuberías TCCS292001 – TCCS292002 .....	29
Sujeciones .....	30
<b>Mantenimiento .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS MEMORIAS DE CÁLCULOS.....</b>	<b>35</b>
<b>Referencia de Imágenes .....</b>	<b>35</b>
<b>Referencia de Tablas .....</b>	<b>36</b>
<b>Referencia de Planos .....</b>	<b>37</b>
<b>ÍNDICE GENERAL: .....</b>	<b>38</b>



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

*“Control de polución de polvo durante la carga de malta”-  
Anexos Complementarios*

**Proyecto N°:** PFC 2006B

**Autores:**

Diego Akerman  
Gonzalo Parreño

**Tutor:**

*Ing. Reynoso, Guillermo*

**Dirección de Proyectos:**

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli, Aníbal

**AÑO 2020**

*Ing. Pereira 676 – C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina  
Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: [frcu@frcu.utn.edu.ar](mailto:frcu@frcu.utn.edu.ar)*

## Anexo bibliográfico

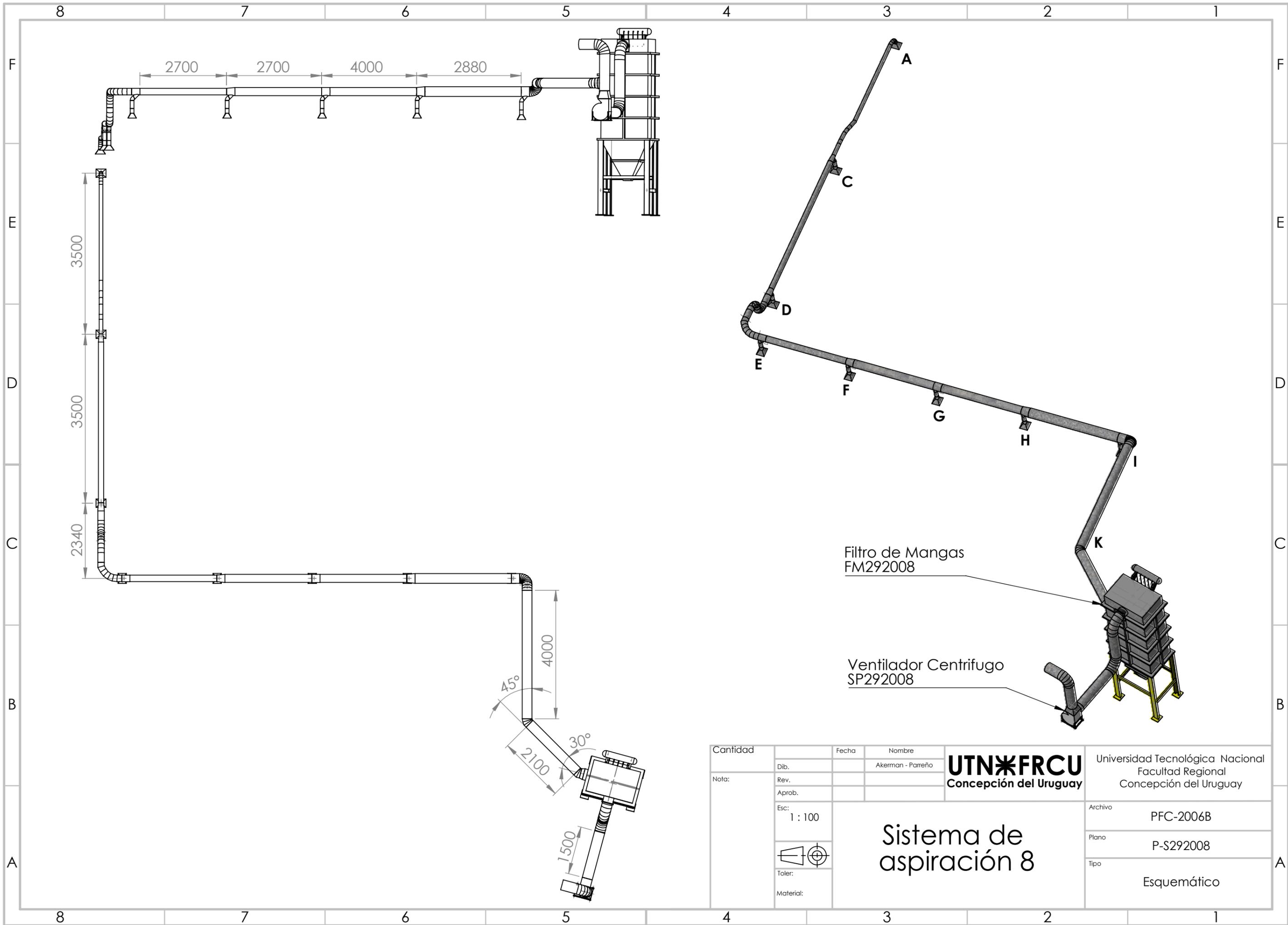
- “Ventilación industrial, Manual de recomendaciones prácticas para la prevención de riesgos profesionales”. Goberna, Ricardo. Generalitat Valenciana 1992.
- “Diseño y optimización de un sistema ciclón -filtro para desempolvado de ambientes industriales”. I. Elortegui y M. R. Barboza. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- “Manual del Ingeniero Químico”. R. Perry y C. Chilton. Volumen 5. McGraw-Hill 1986.
- Catálogo de válvulas rotativas “SOCOM” – [www.socom.com.ar/valvulas](http://www.socom.com.ar/valvulas)
- Catálogo de motorreductores “SEW-EURODRIVE” – [www.sew-eurodrive.com.ar](http://www.sew-eurodrive.com.ar)
- Autor: Echeverri Lodoño, Carlos. Título: “Diseño de filtro de talegas”. Revista: “Ingenierías” Universidad de Medellín volumen 7, N°12 enero-junio 2008.
- Manual de operación y mantenimiento “Gatti S.A.” – [www.gattisa.com.ar](http://www.gattisa.com.ar)
- Catálogo de motores de alta eficiencia “WEG”. Edición 08/2017.
- “Estándares Calidad de Aire del GRUPO GESTA AIRE” versión 2015 – PM10 y PM2.5 (DINAMA - Uruguay)
- “Trasporti Meccanici”. Vittorio Zignolli. 2ª edición. Ulrico Hoepli Milano
- Ley 17852 (DINAMA - Uruguay)
- Ley N° 5032 “Accidentes de Trabajo – Medidas de Prevención” (R.O.U)
- Decreto 406/88 “Prevención de Accidentes de Trabajo” (R.O.U) : Artículos 51, 57 y 283b)
- Ley 6514/77 (Codificación de Leyes del Trabajo, relativo a la seguridad y medicina del trabajo – Brasil), Ordenanza N° 3214
  - Normas reglamentarias:
    - NR 19 – Explosivos
    - NR 23 – Protección contra Incendios
    - NR 26 – Señales de seguridad
- IRAM “Manual de Normas de Aplicación para Dibujo Técnico”. Edición: XXVII.
- Reglamento de Cátedra “Proyecto Final de Carrera”. Año 2017 Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay.

### **Anexo de software utilizado:**

- Microsoft Office Profesional Plus 2010.
- Solidworks 2015 – Dassault Systemes.
- Cutting Optimization 2013
- Software de selección de ventiladores

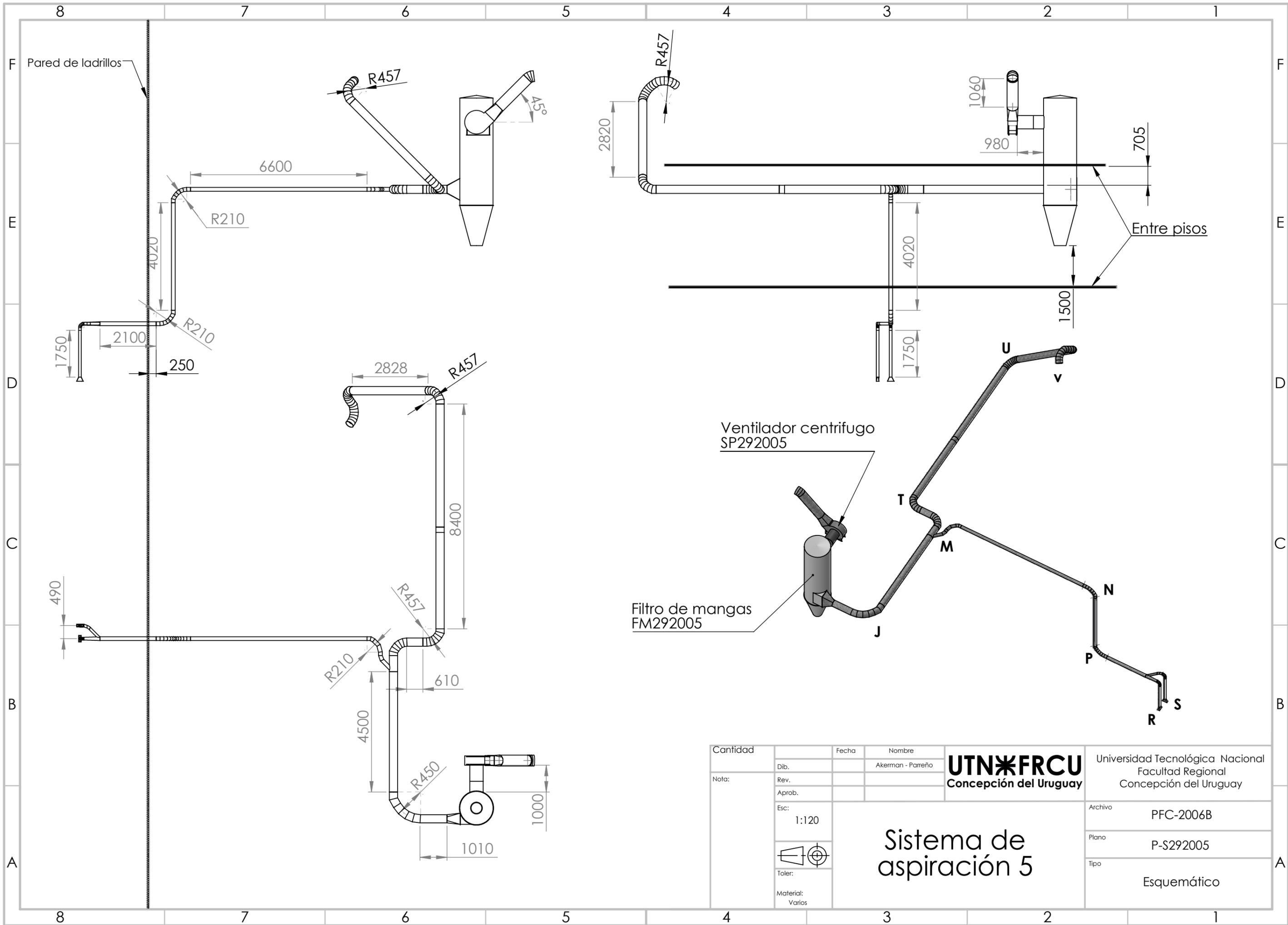
## Anexo de planos

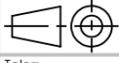
Código	Descripción
P-S292008	Sistema de Aspiración 8
P-S292005	Sistema de Aspiración 5
P-TCC S292005-2	Campana salida del ventilador SP292005
P-TCC S292005-3	Codo de salida del ventilador SP292005
P-TCC 292001	Detalle de tubos machihembrado
P-TCC 292001-1	Codo 90° 100mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-2	Codo 90° 140mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-3	Codo 90° 200mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-4	Codo 90° 300mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-5	Codo 45° 300mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-6	Codo 45° 100mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-7	Codo 90° 305mm - Alternativa 1
P-TCC 292001-8	Codo 90° 305mm Radio Largo - Alternativa 1
P-TCC S292001	Abrazadera
P-TCC S292005-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 5
P-TCC S292008-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 8
P-FM292008-C	Union de tuberías a FM292008
P-S292010-1	Sistema de Aspiración 10
P-S292010-2	Sistema de aspiración 10 vista en planta
P-S292010-3	Sistema de aspiración 10 vista frontal
P-TCC 292002-1	Codo 90° 100mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-2	Codo 90° 140mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-3	Codo 90° 200mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-6	Codo 45° 100mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-7	Codo 90° 305mm - Alternativa 2
P-TCC 292002-8	Codo 90° 305mm Radio Largo - Alternativa 2
P-TCC 292002-9	Codo 90° 400mm - Alternativa 2
P-TCC S292010-4	Sujeccion de tramos Sist. Asp. 10
P-29200A-B1	Brida circular 100mm - Campana C1
P-29200A-B2	Brida rectangular 100x240mm - Campana C1
P-29200A-B3	Brida circular 110mm - Campana C2
P-29200A-B5	Brida rectangular 300x250mm - Campana C2
P-C29200A-C1	Campana C1
P-C29200A-C2	Campana C2
P-292001-1	Sistema de Aspiración 5 y 8
P-292001-2	Sistema de Aspiración 5 y 8 vista en planta
P-292001-3	Sistema de Aspiración 5 y 8 vista frontal
P-S292005-BP	Boca para medicion con tubo Pitot
P-S292008-BP	Boca para medicion con tubo Pitot
P-S292010-BP	Boca para medicion con tubo Pitot



Cantidad		Fecha	Nombre	<b>UTN FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.		Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.				
	Aprob.				Archivo
	Esc:	1 : 100			PFC-2006B
					Plano
					P-S292008
					Tipo
					Esquemático

## Sistema de aspiración 8



Cantidad	Fecha	Nombre	<b>UTN FRCU</b> Concepción del Uruguay Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Dib.		Akerman - Pareño	
Rev.			
Aprob.			
Esc:	1:120		Archivo
			Plano
Toler:			Tipo
Material:	Varios		Esquemático

## Sistema de aspiración 5

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

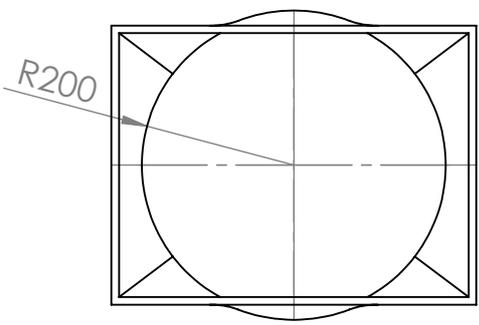
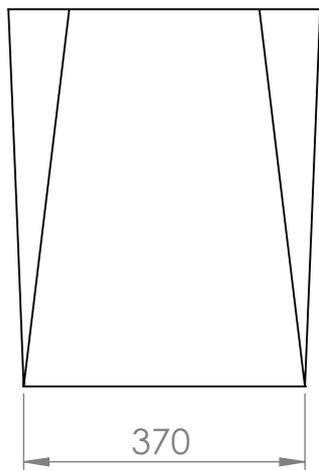
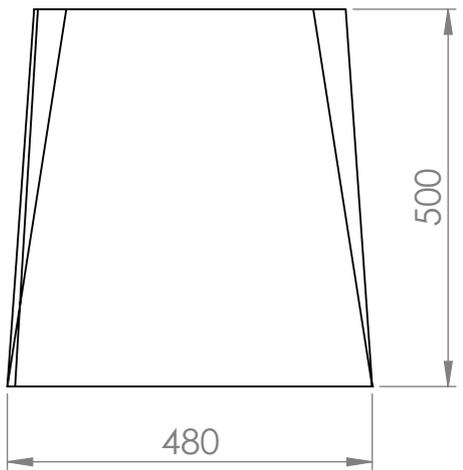
C

B

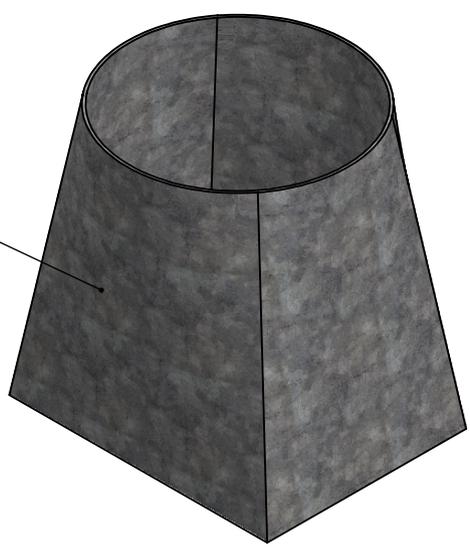
B

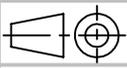
A

A



Chapa SAE 1010 galvanizado  
Calibre 18.



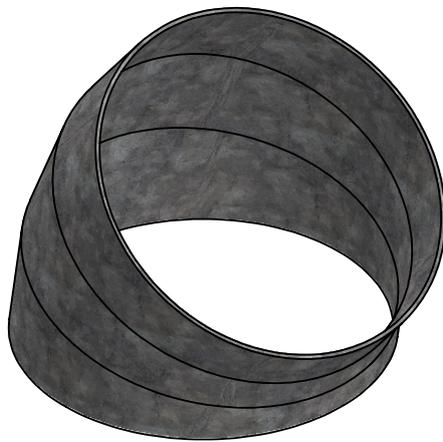
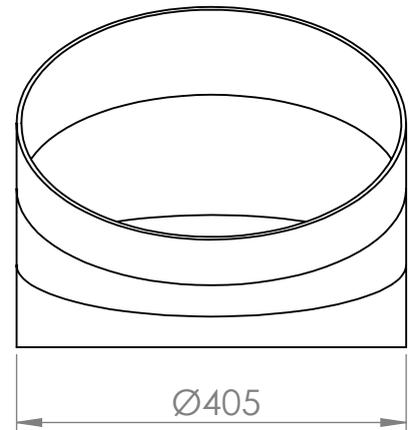
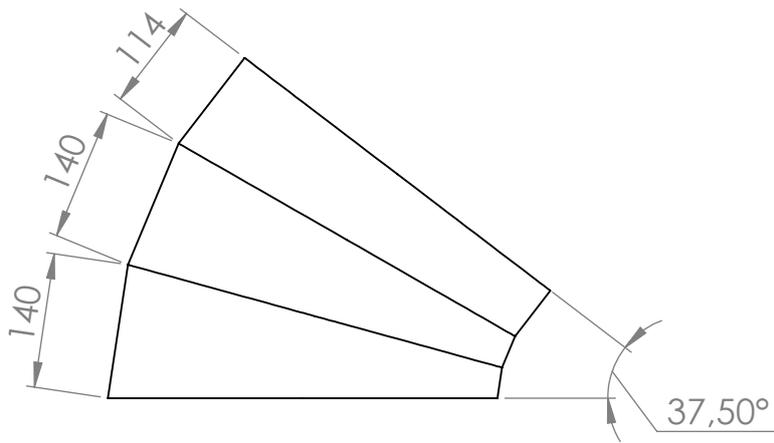
Cantidad 1	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.		Archivo PFC-2006B	Plano P-TCC S292005-2
	Aprob.			
	Esc: 1:10			
 Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010	Campana salida ventilador SP292005			

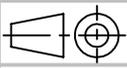
4

3

2

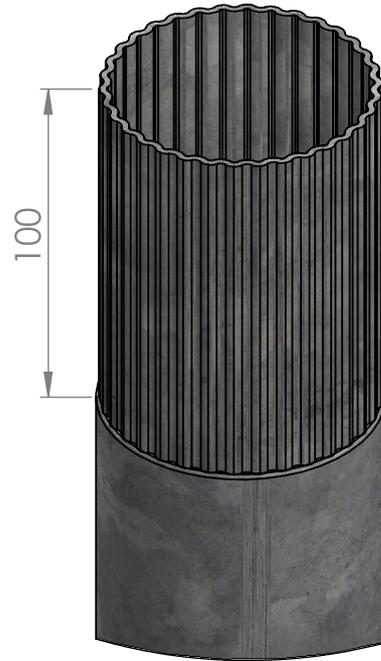
1



Cantidad 1	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Codo de salida ventilador</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC S292005-3
	Esc: 1:8			Tipo	Esquemático
					
	Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010				

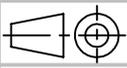


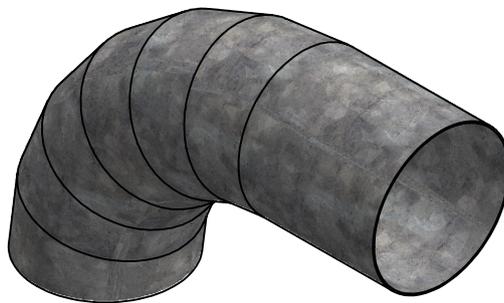
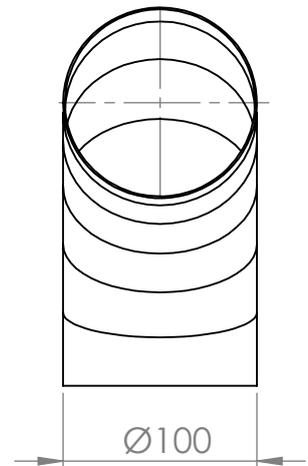
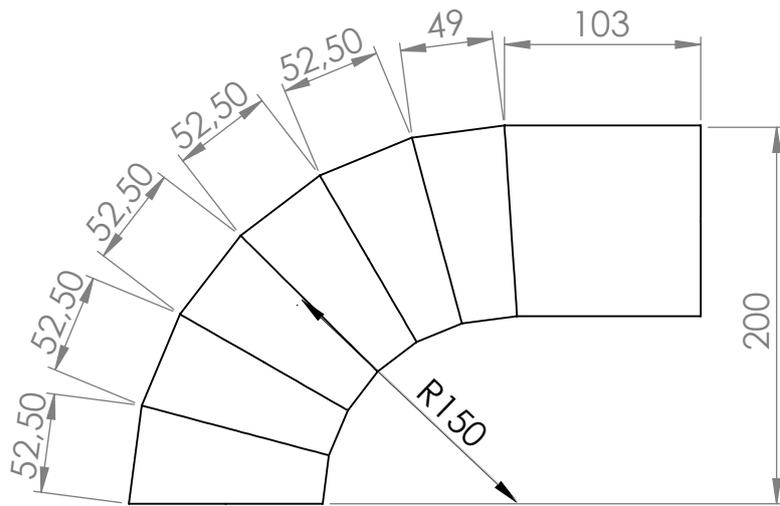
A

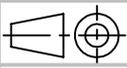


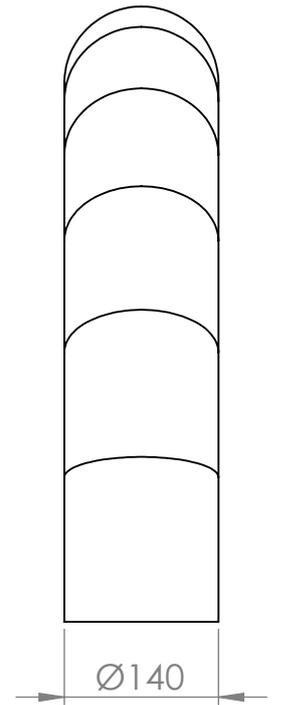
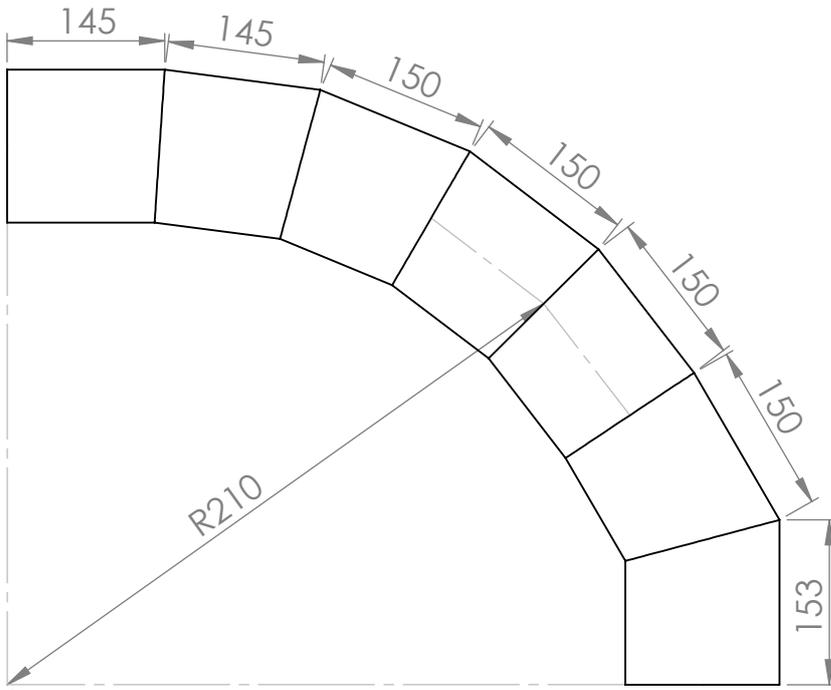
DETALLE A

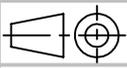
ESCALA 1 : 1

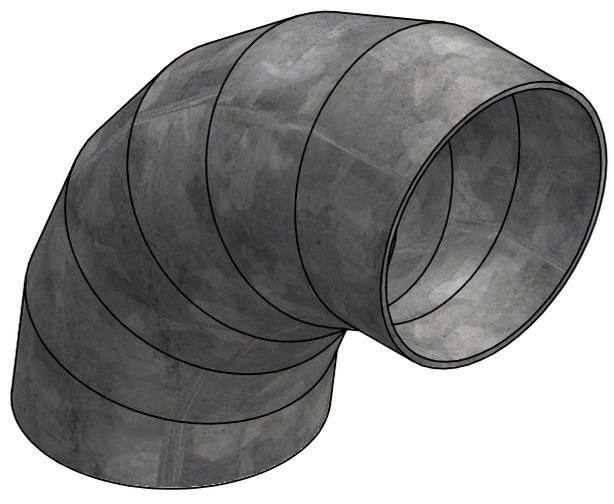
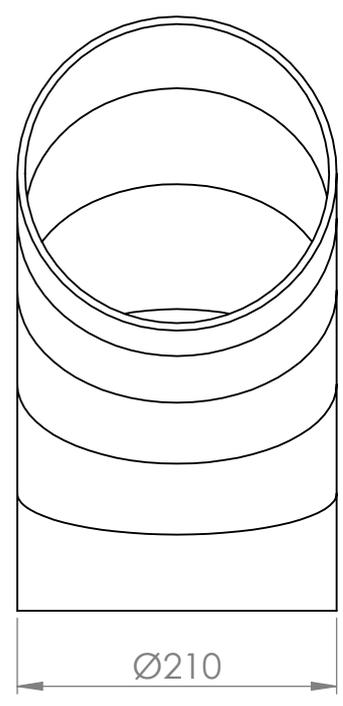
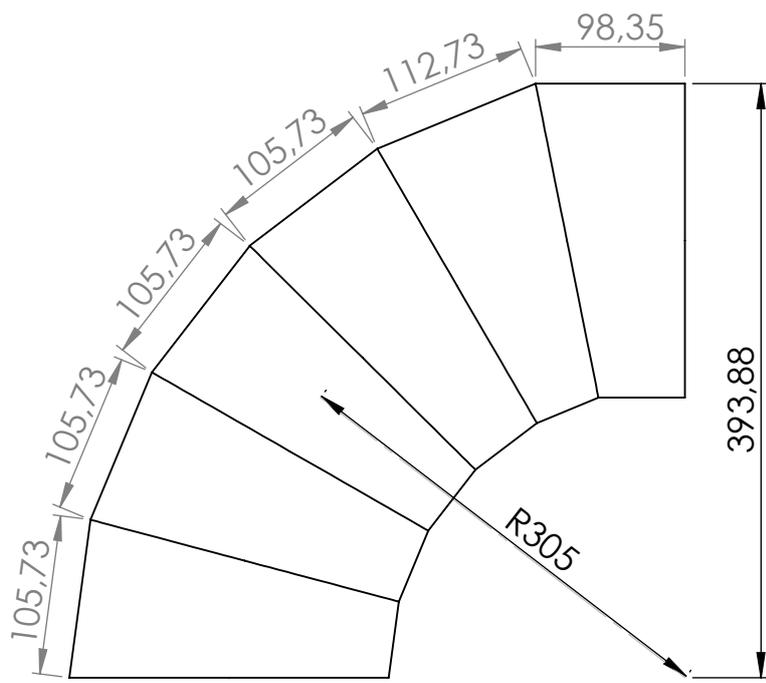
Cantidad	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.				
	Aprob.				
	Esc:	<b>Detalle de tubo          machihembrado.</b>		Archivo	PFC-2006B
	1 : 3			Plano	P-TCC 292001
				Tipo	Esquemático
	Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010				



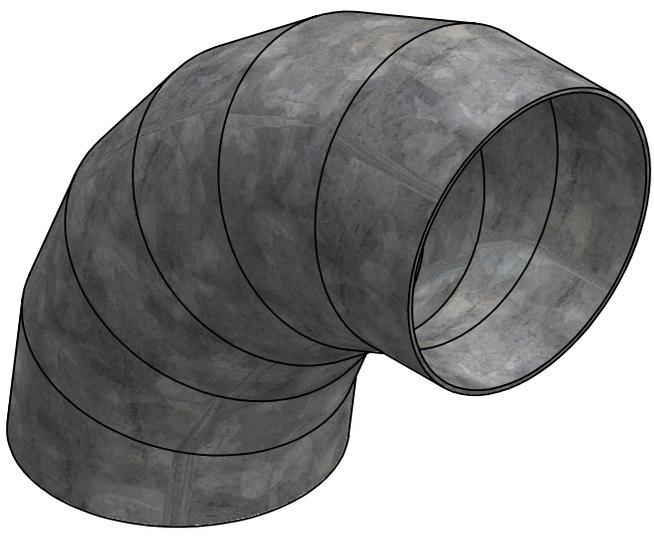
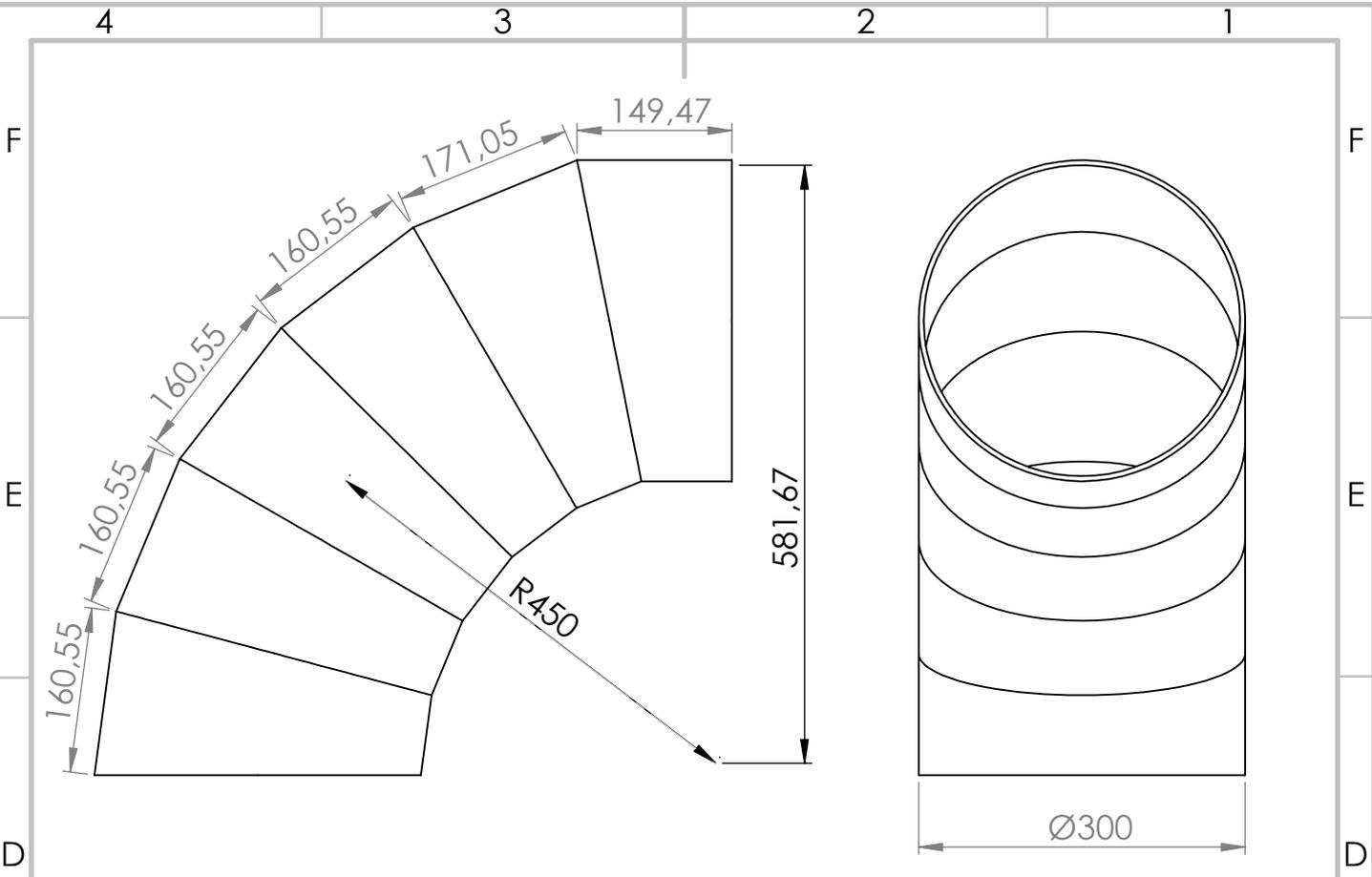
Cantidad:	2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Nota:	Dib.	Akerman - Parreño		
Rev.					
Aprob.					
Esc:	1: 4	<b>Codo 90° 100 mm.</b>		Archivo	PFC-2006B
				Plano	P-TCC 292001-1
Toler:	± 2 mm.			Tipo	Esquemático
Material:	SAE 1010				

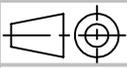


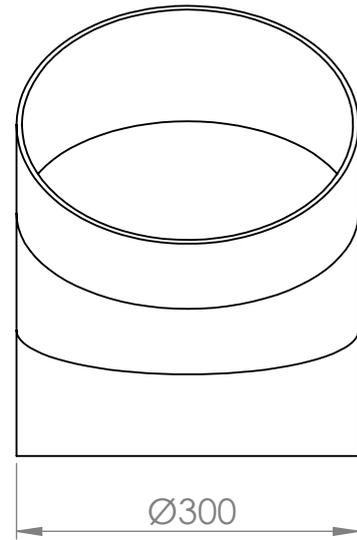
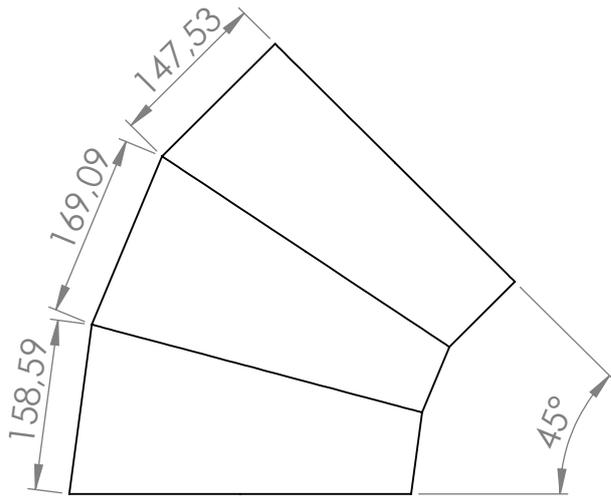
Cantidad 3	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño		Archivo	PFC-2006B
Nota:	Rev.		Plano	P-TCC 292001-2	
	Aprob.		Tipo	Esquemático	
	Esc: 1:7		<b>Codo 90° 140 mm.</b>		
					
	Toler: ± 2 mm.				
	Material: SAE 1010				



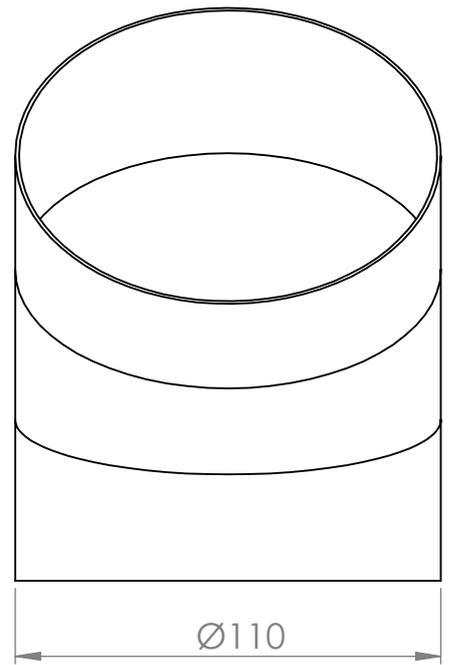
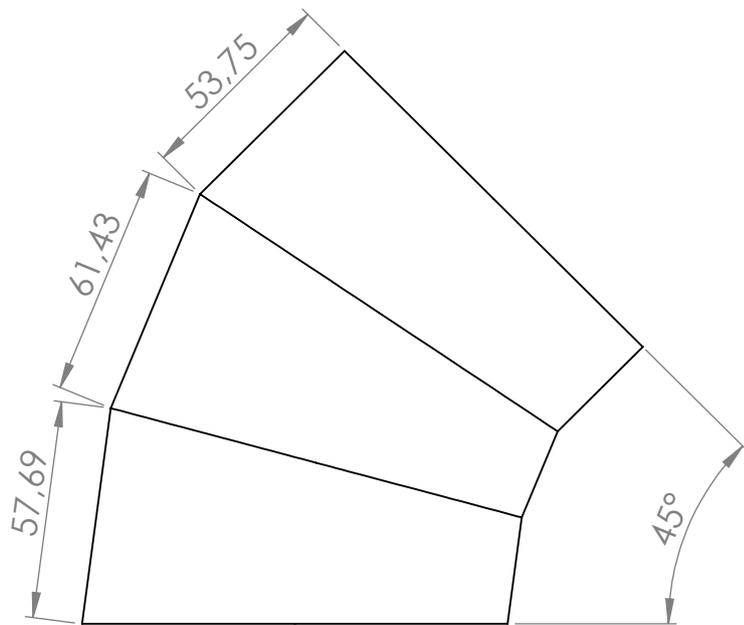
Cantidad 3	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Codo 90° 200 mm.</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC 292001-3
	Esc: 1:5			Tipo	Esquemático
	Toler: ± 2 mm.				
	Material: SAE 1010				



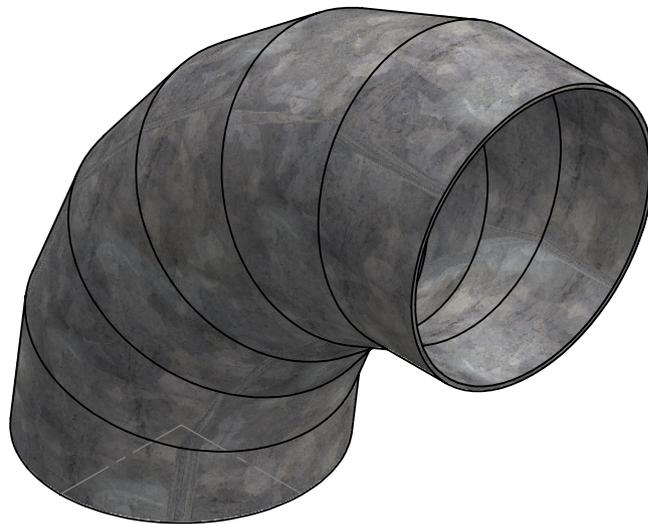
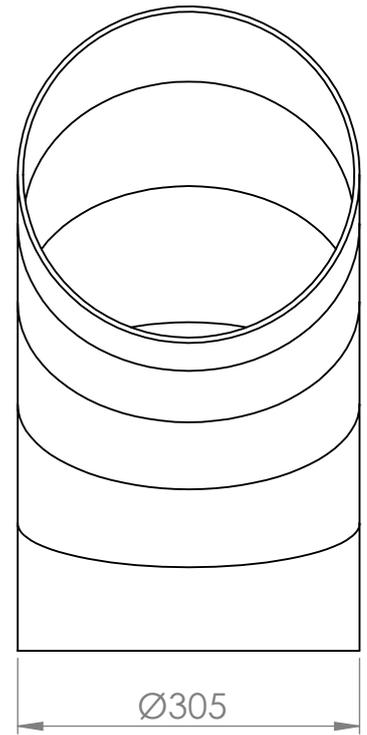
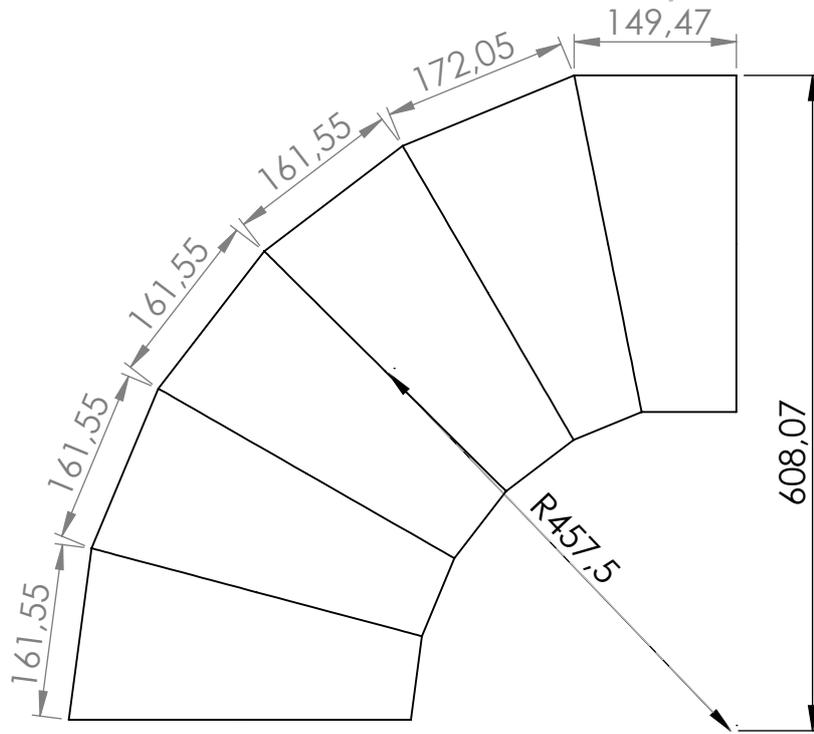
Cantidad 4	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Codo 90° 300 mm.</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC 292001-4
	Esc: 1:7			Tipo	Esquemático
					
	Toler: ± 2 mm.				
	Material: SAE 1010				

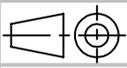


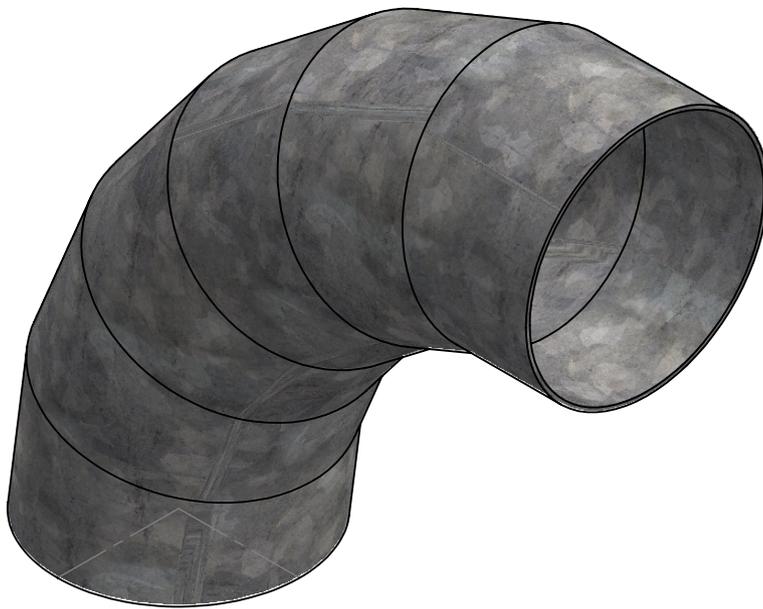
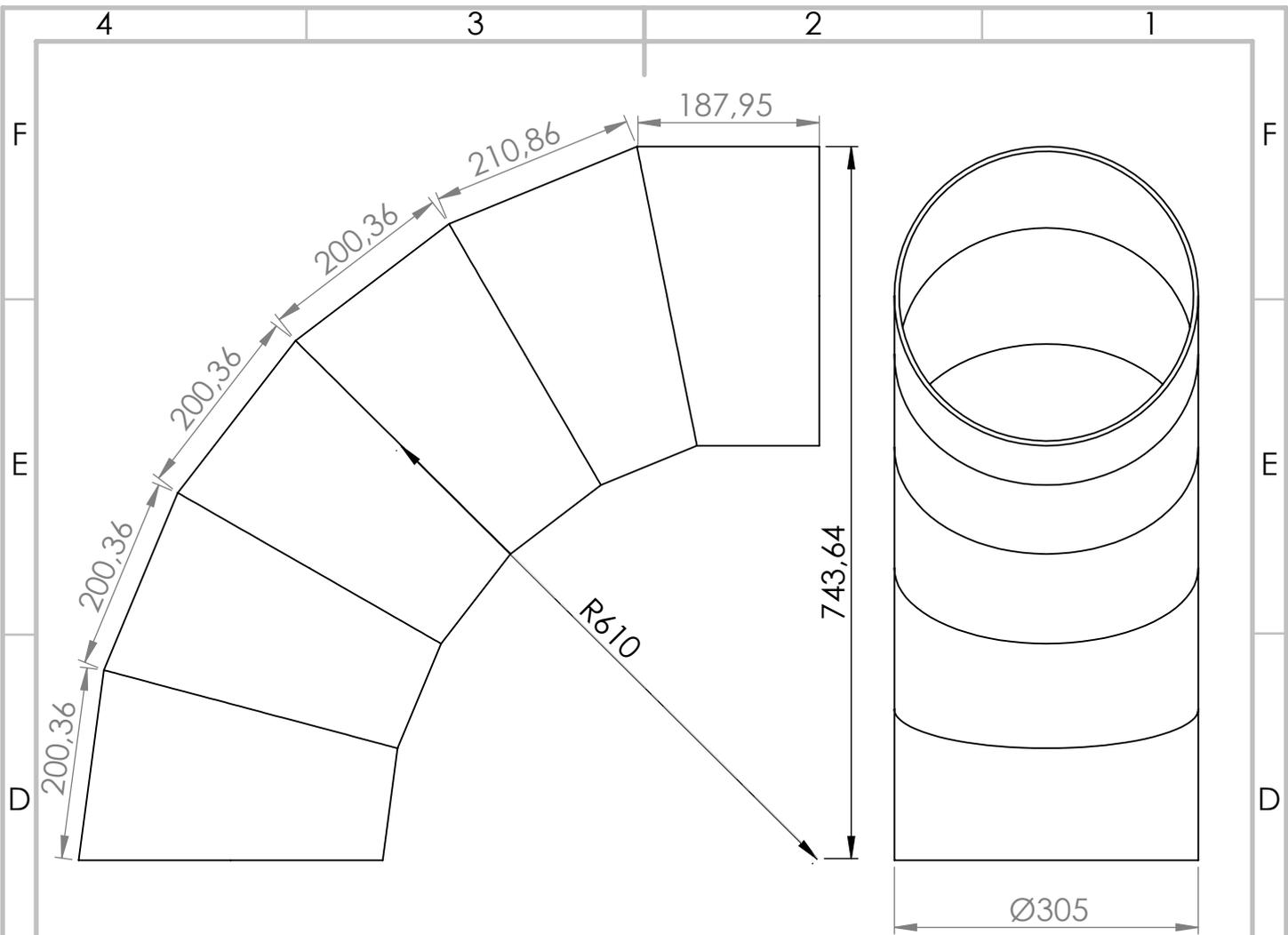
Cantidad 1	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Codo 45° 300 mm.</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC 292001-5
	Esc: 1:7			Tipo	Esquemático
	Toler: ± 2 mm.				
	Material: SAE 1010				

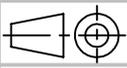


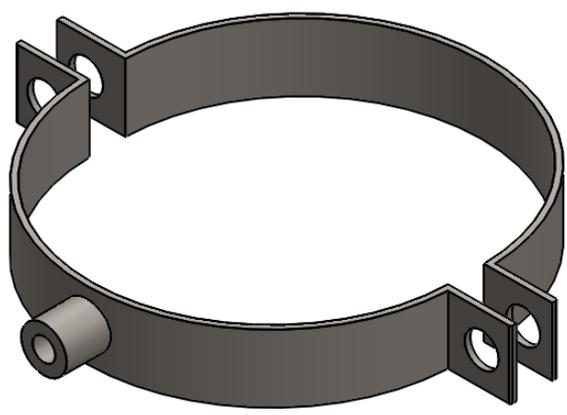
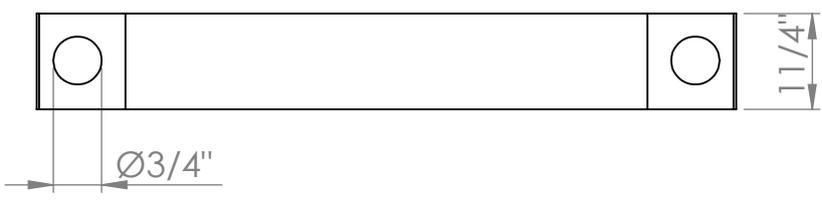
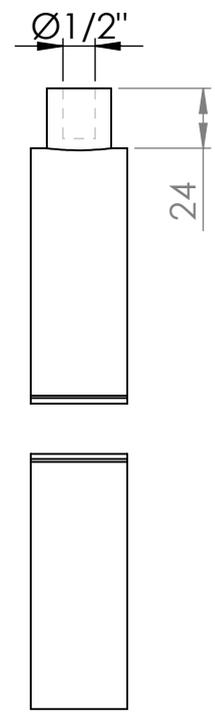
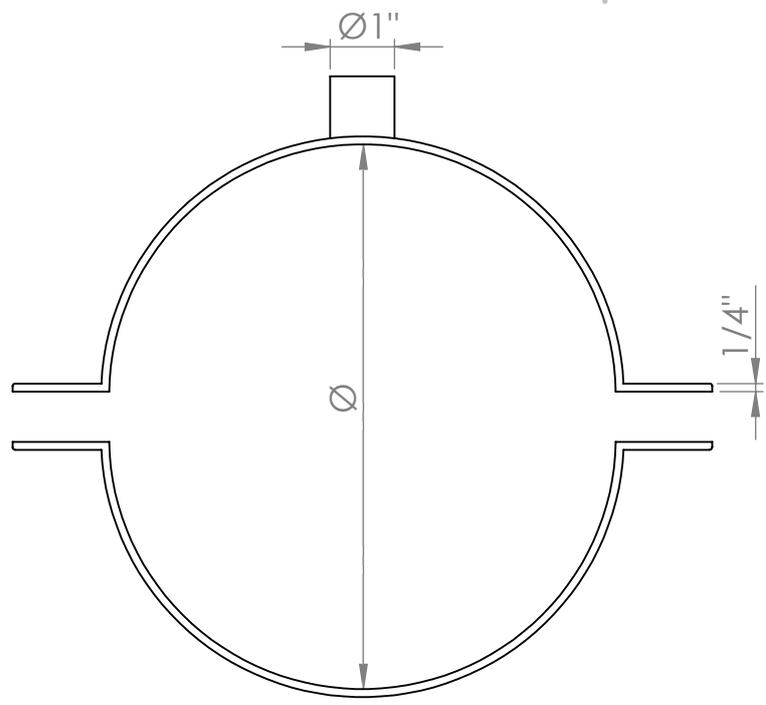
Cantidad 2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.			
	Aprob.		Archivo	PFC-2006B
	Esc: 1: 2	Codo 45° 100 mm.	Plano	P-TCC 292001-6
			Tipo	Esquemático
	Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010			



Cantidad 5	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Codo 90° 305 mm.</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC 292001-7
	Esc: 1 : 7			Tipo	Esquemático
					
	Toler: $\pm 2$ mm.				
	Material: SAE 1010				



Cantidad 1	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Codo 90° de radio largo 305 mm.</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC 292001-8
	Esc: 1 : 7			Tipo	Esquemático
					
	Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010				

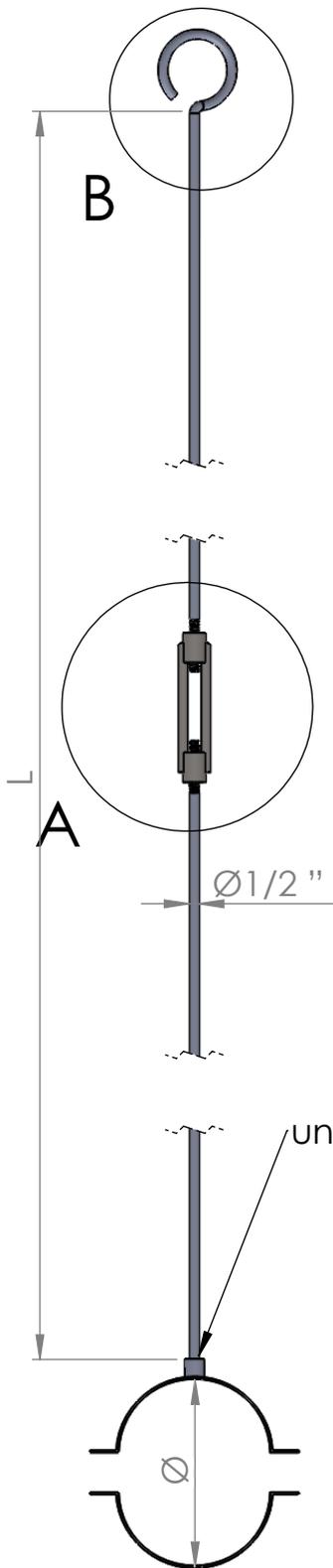


Cantidad	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Abrazadera</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC S292001
	Esc:	1:5		Tipo	Esquemático
El diámetro ( $\varnothing$ ) de cada abrazadera se especifica en el plano de sujeción de tramos de cada sistema de aspiración.					
	Toler: $\pm 2$ mm.				
	Material: SAE 1010				

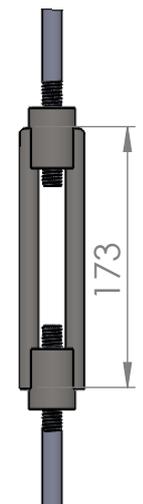
4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A

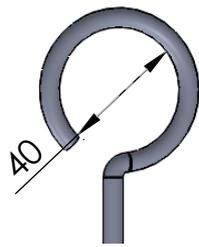
F  
E  
D  
C  
B  
A



**DETALLE A  
TENSOR**  
ESCALA 1 : 5



**DETALLE B  
CANCAMO**  
ESCALA 1 : 5



unión soldada

Ø1/2 "

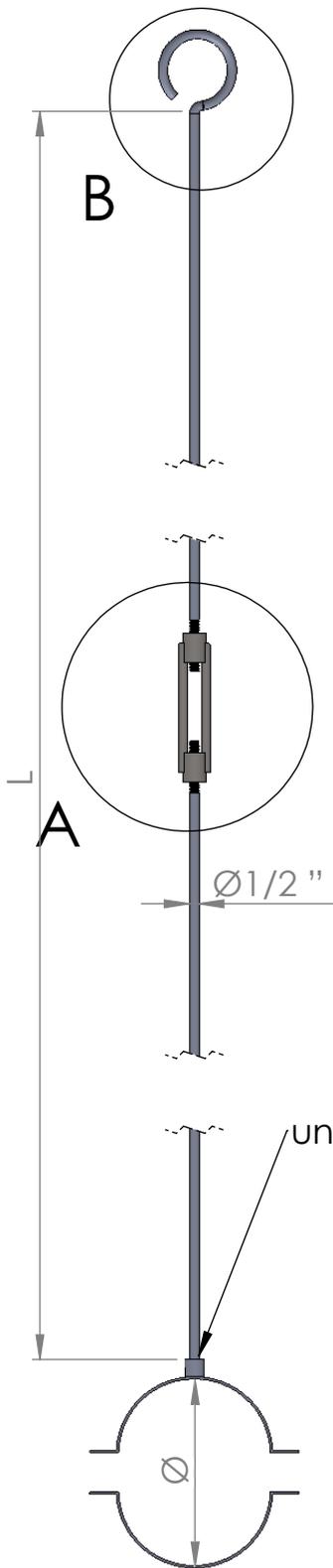
Tramo de tubería	Longitud L (m)	Diametro abrazadera Ø (mm)
N-M	0,8	140
M-J	0,8	305

Cantidad 2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.		Esc: 1 : 10	Archivo PFC-2006B
	Aprob.			Plano P-TCC S292005-4
	Esc:			Tipo Esquemático
				<b>Sujeción de Tramos</b>
Toler: ± 2 mm. Material: varios				

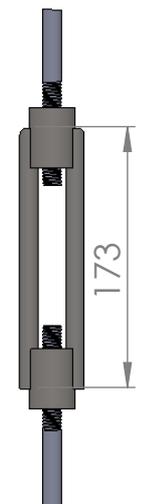
4 3 2 1

4 3 2 1

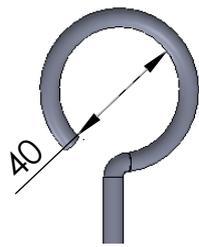
F  
E  
D  
C  
B  
A



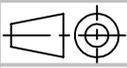
**DETALLE A  
TENSOR**  
ESCALA 1 : 5



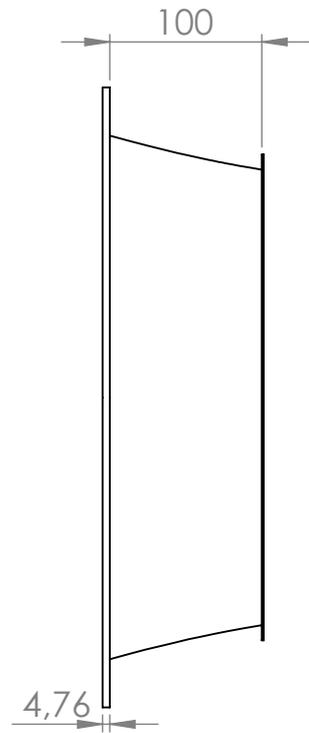
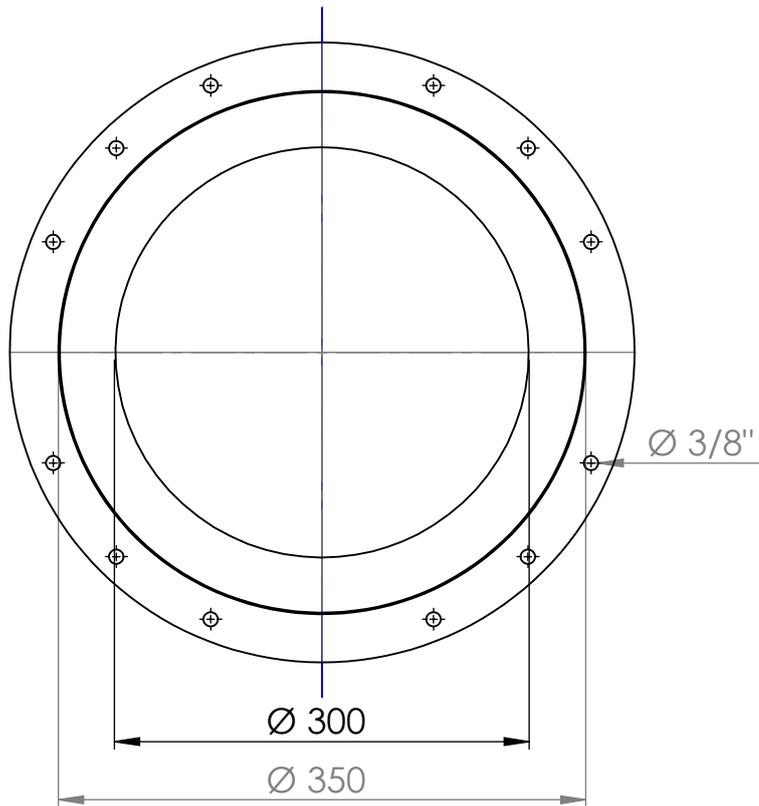
**DETALLE B  
CANCAMO**  
ESCALA 1 : 5



Tramo de tubería	Longitud L (m)	Diametro abrazadera Ø (mm)
C-D	3	155
E-F	2,4	200
I-K	1,5	300

Cantidad 3	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.		<b>Sujeción de Tramos</b>	Archivo PFC-2006B
	Aprob.			Plano P-TCC S292008-4
	Esc: 1 : 10			Tipo Esquemático
				
	Toler: ± 2 mm.			
	Material: varios			

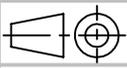
4 3 2 1

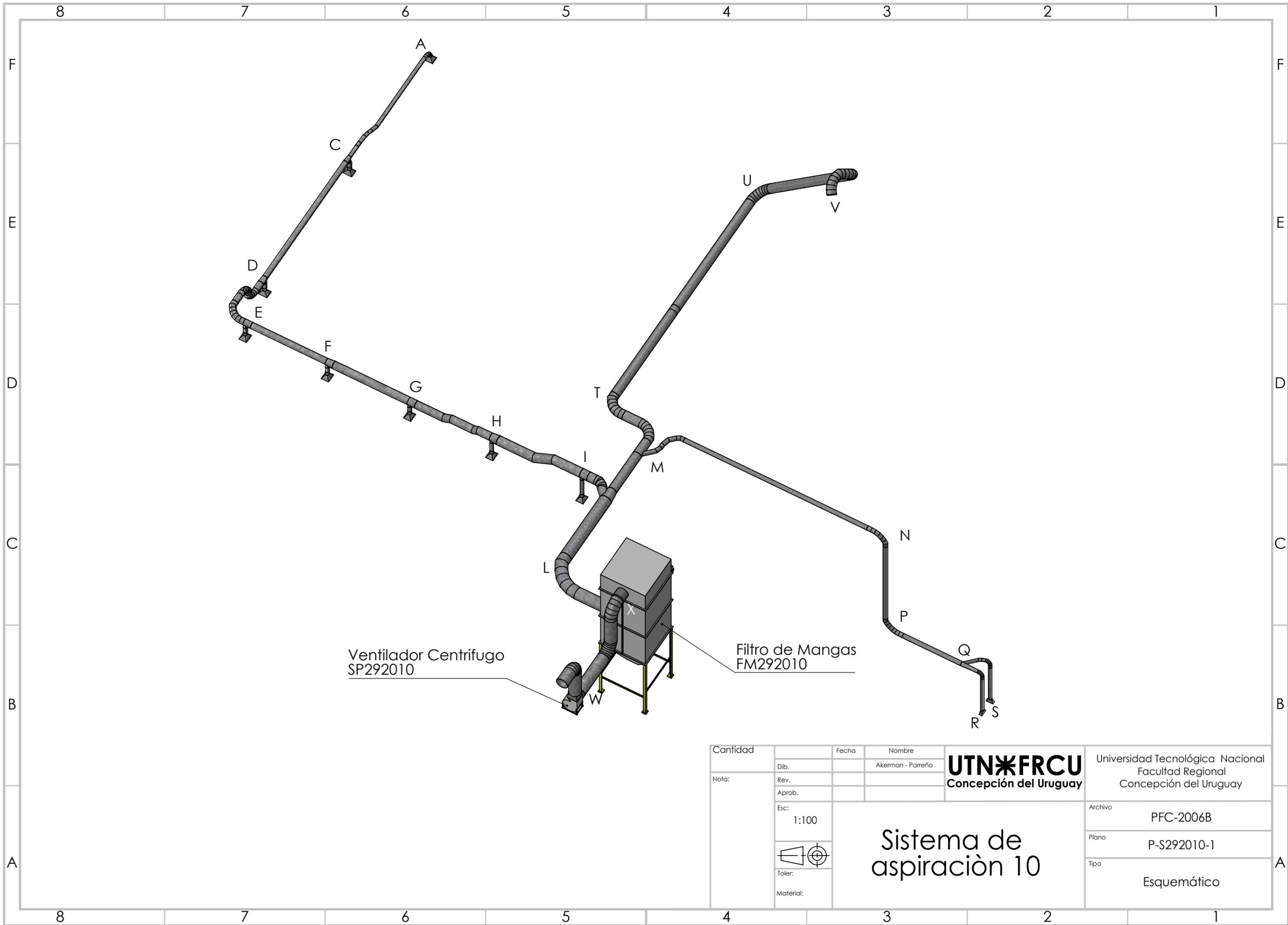


Brida acero SAE 1010  
1/2" x 1/8"

Soldar brida

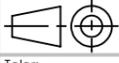
Chapa SAE 1010 galvanizado  
Calibre 18.

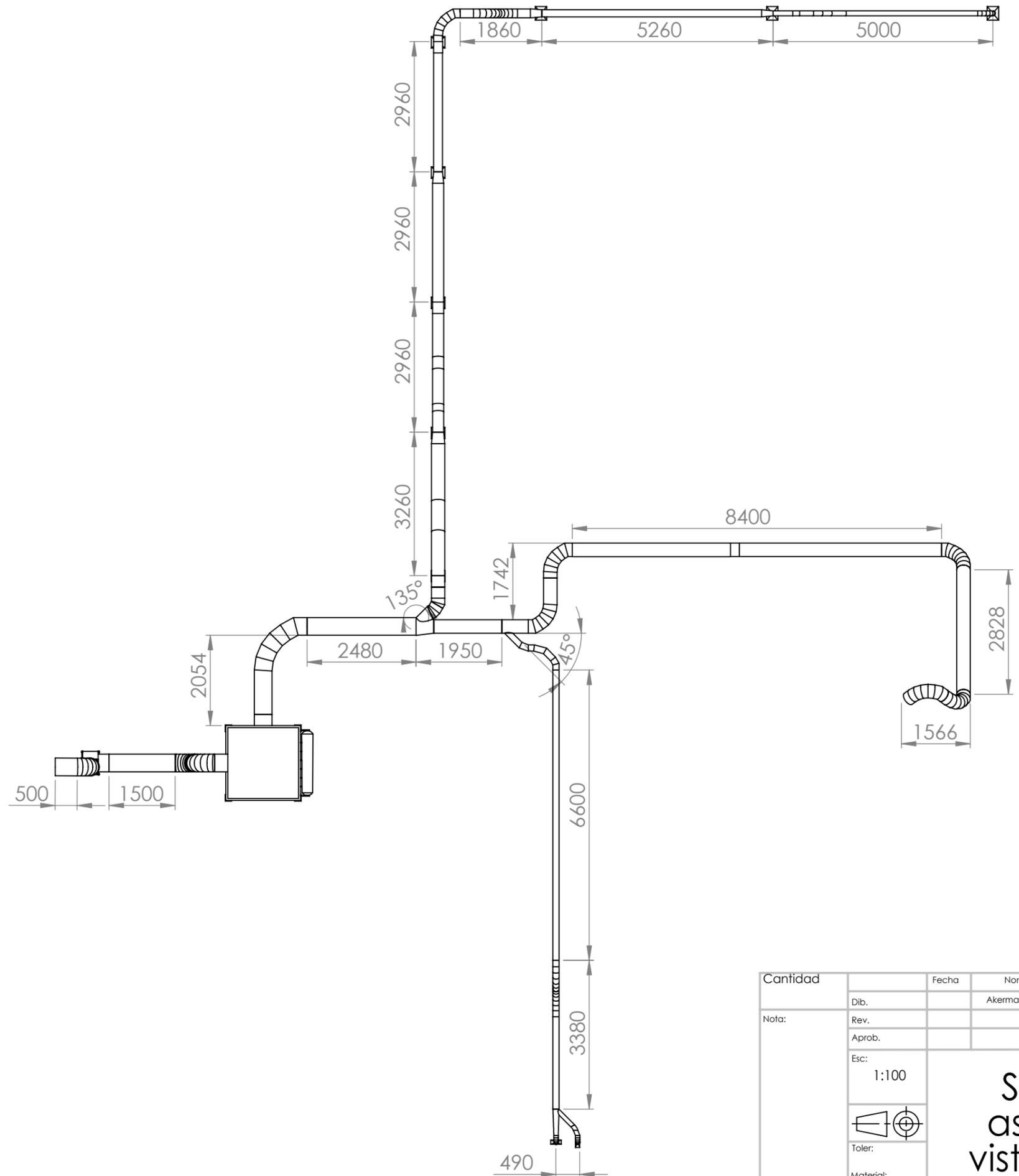
Cantidad 1	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
	Rev.				
	Aprob.				
Nota:	Esc:	Union de tuberías a Filtro de Mangas FM292008		Archivo	PFC-2006B
	1 : 5			Plano	P-FM292008-C
	 Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010			Tipo	Esquemático



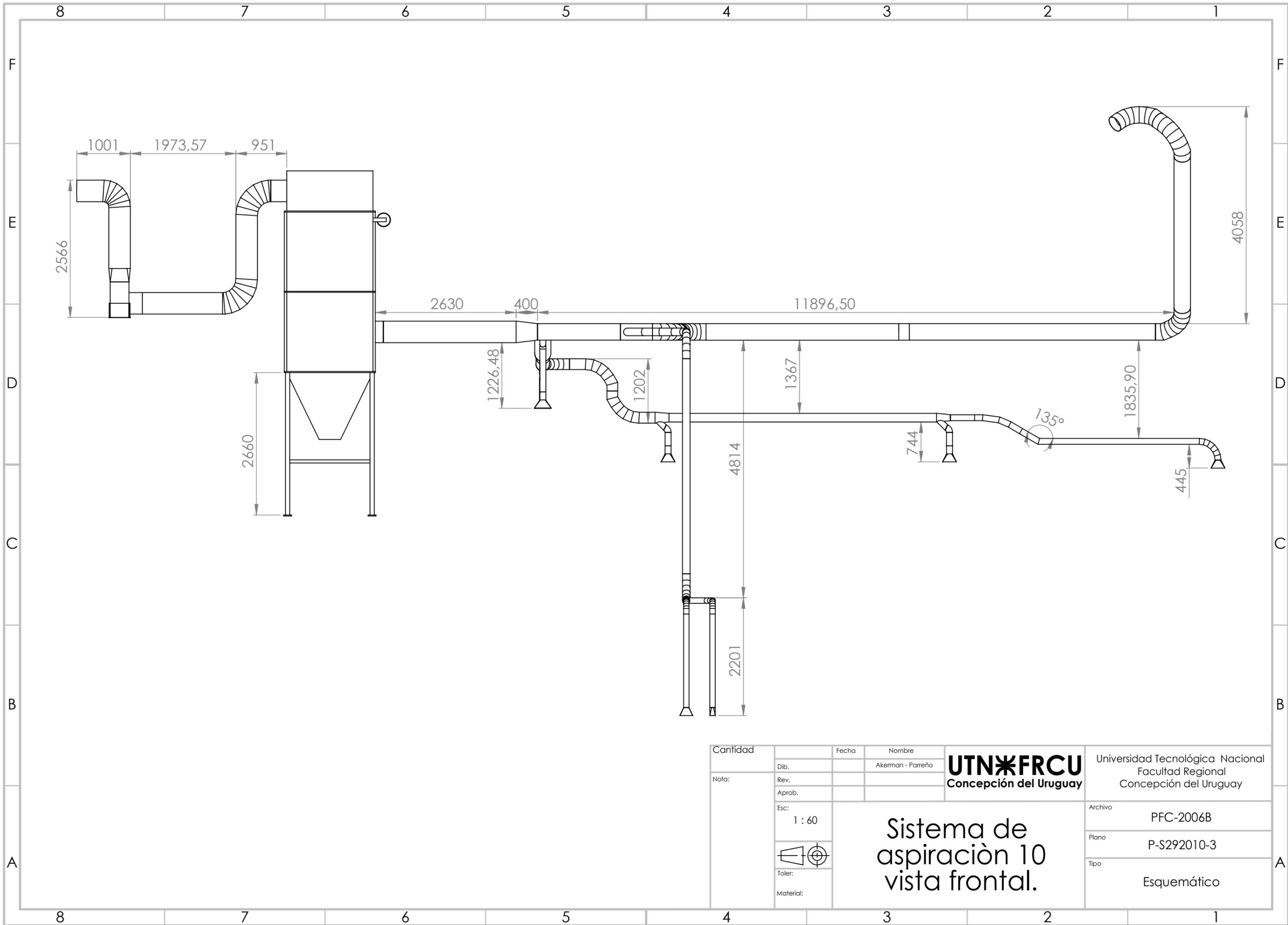
Ventilador Centrifugo  
SP292010

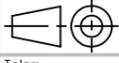
Filtro de Mangas  
FM292010

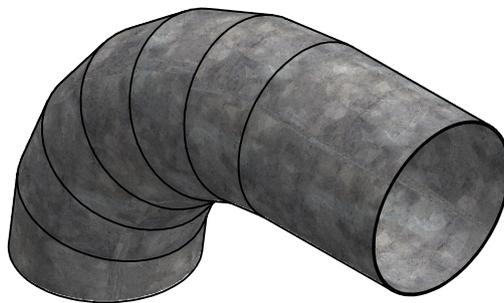
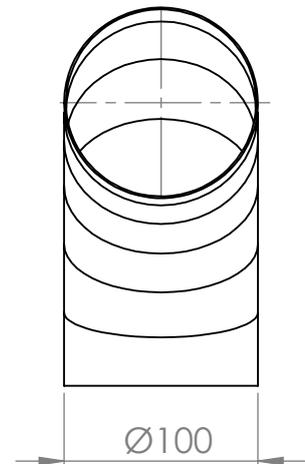
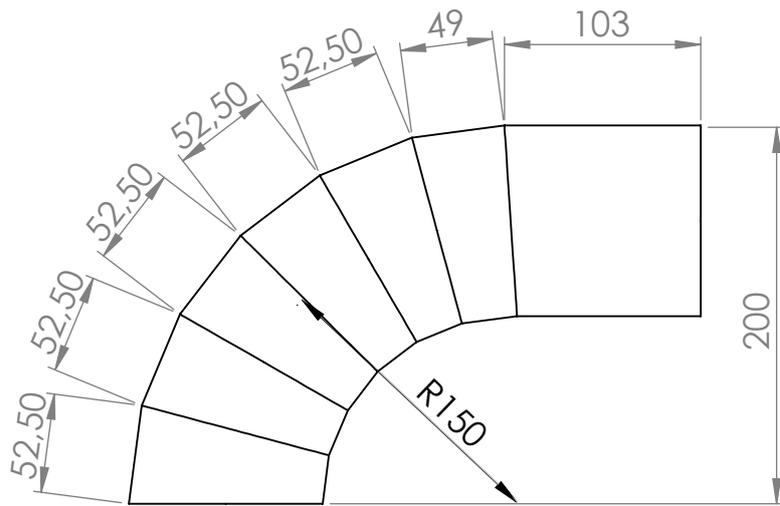
Cantidad		Fecha		Nombre	<b>UTN FRCU</b> Concepción del Uruguay		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.			Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.						
	Aprob.						
	Esc:	1:100					Archivo PFC-2006B
				<h1>Sistema de aspiración 10</h1>			Plano P-S292010-1
Toler:						Tipo Esquemático	
	Material:						

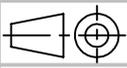


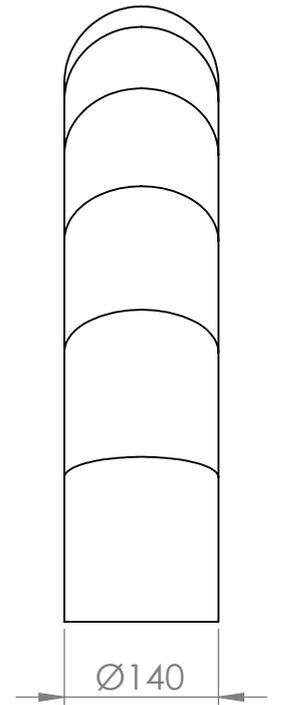
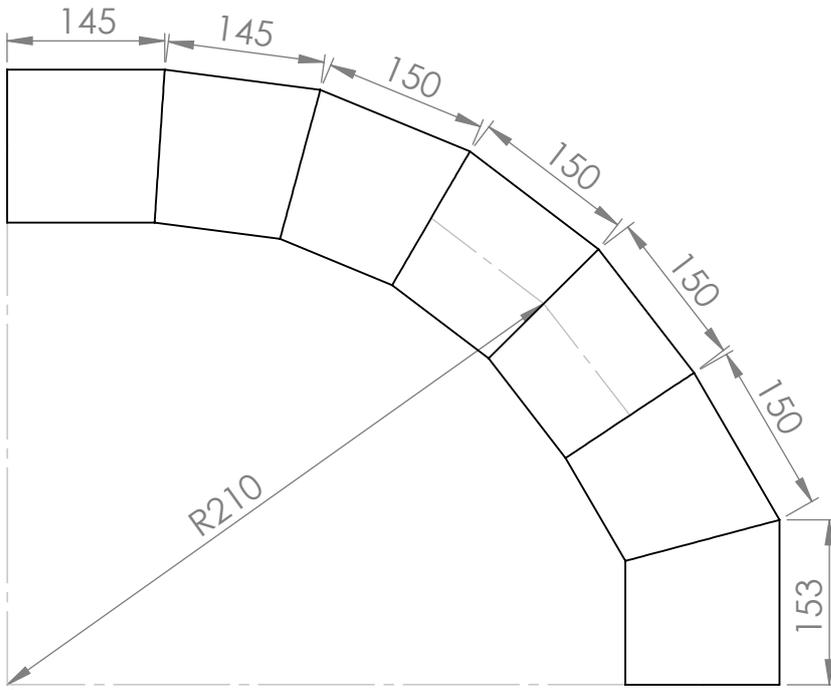
Cantidad	Fecha	Nombre	<b>UTN*FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Dib.		Akerman - Parreño		
Rev.				
Nota:	Aprob.			Archivo
	Esc:	1:100	<b>Sistema de aspiración 10</b> <b>vista en planta.</b>	Plano
	Toler:			Tipo
	Material:			Esquemático

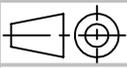


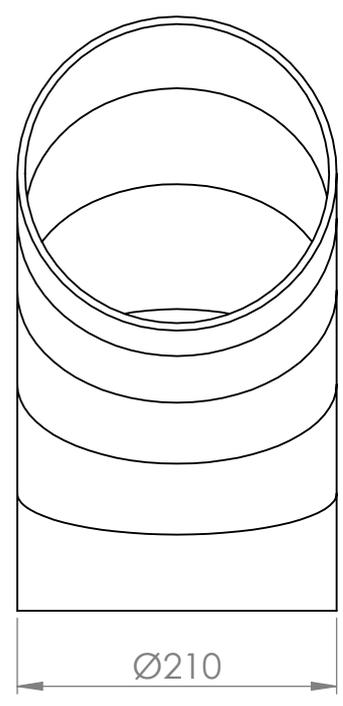
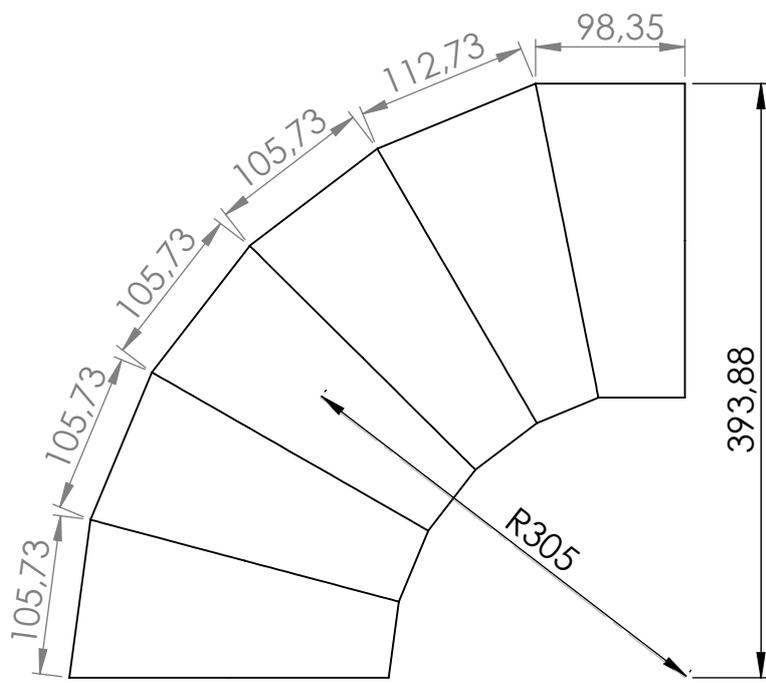
Cantidad	Dib.	Fecha	Nombre	<b>UTN FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Rev.		Akerman - Parreño		
	Aprob.				
	Esc:				
Nota:	1 : 60			<b>Sistema de aspiración 10</b> vista frontal.	Archivo
					Plano
					PFC-2006B
					P-S292010-3
Toler:				Tipo	
Material:					Esquemático

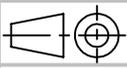


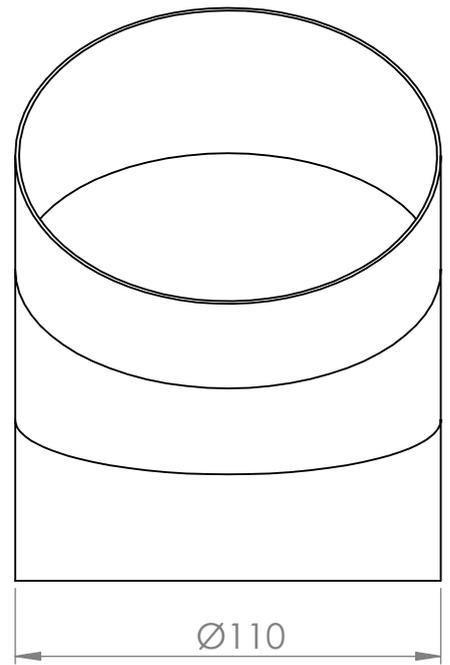
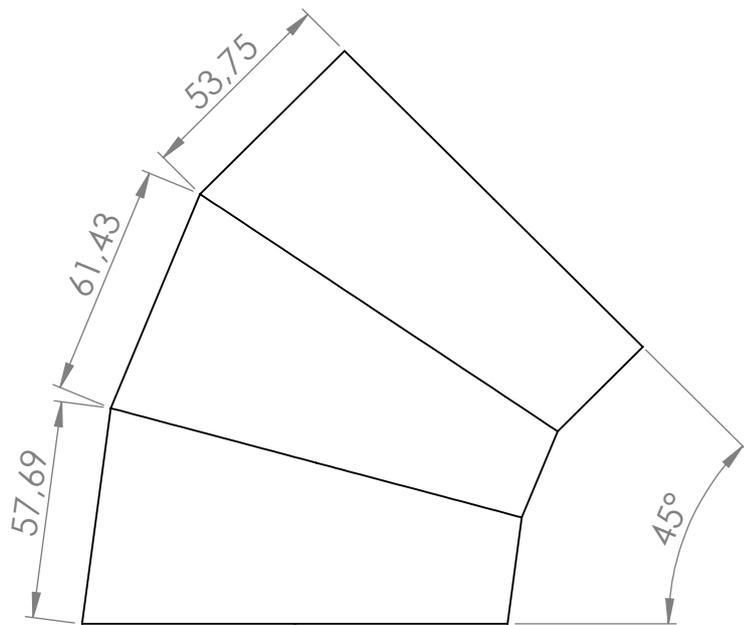
Cantidad:	2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Nota:	Dib.	Akerman - Parreño		
Rev.					
Aprob.					
Esc:	1:4	<b>Codo 90°</b> <b>100 mm.</b>		Archivo	PFC-2006B
				Plano	P-TCC 292002-1
Toler:	± 2 mm.			Tipo	Esquemático
Material:	SAE 1010				



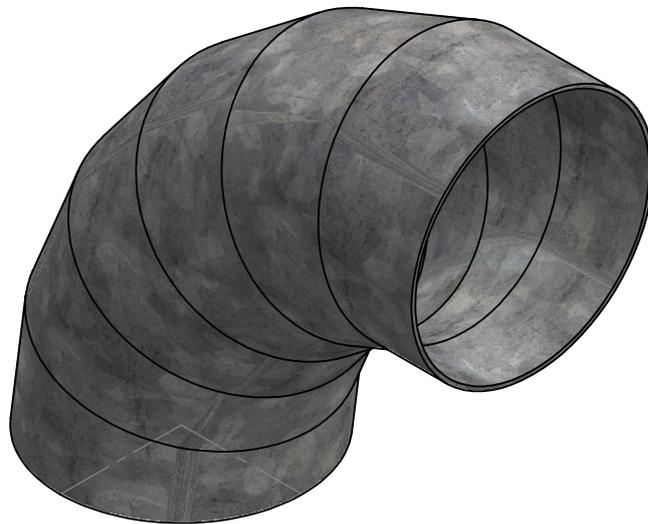
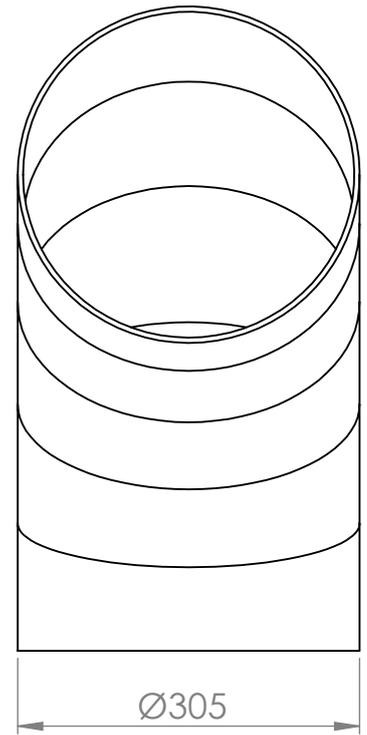
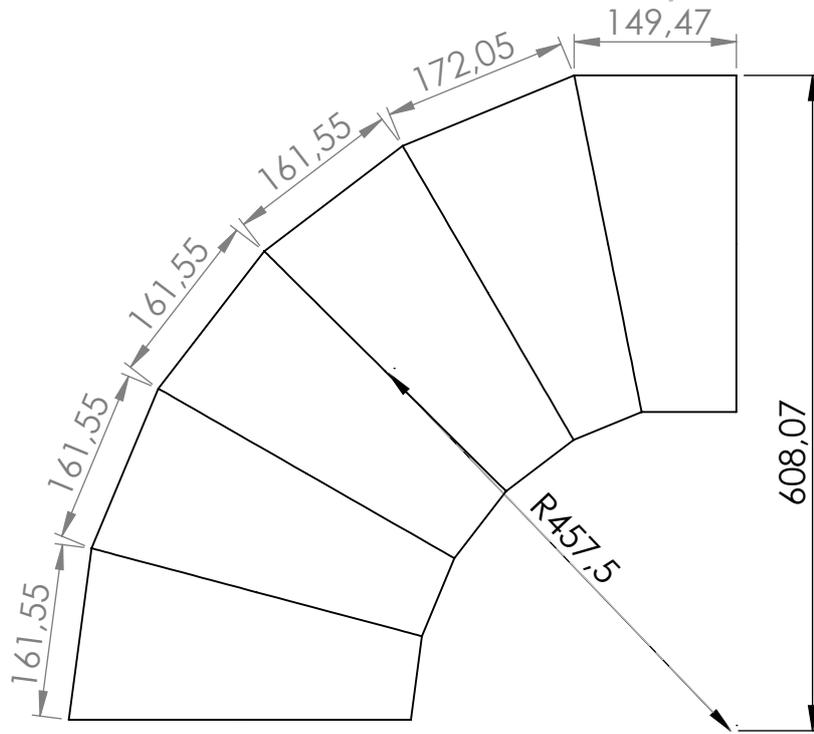
Cantidad 3	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		<b>Codo 90° 140 mm.</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-TCC 292002-2
	Esc: 1:7			Tipo	Esquemático
					
	Toler: ± 2 mm.				
	Material: SAE 1010				

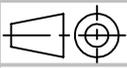


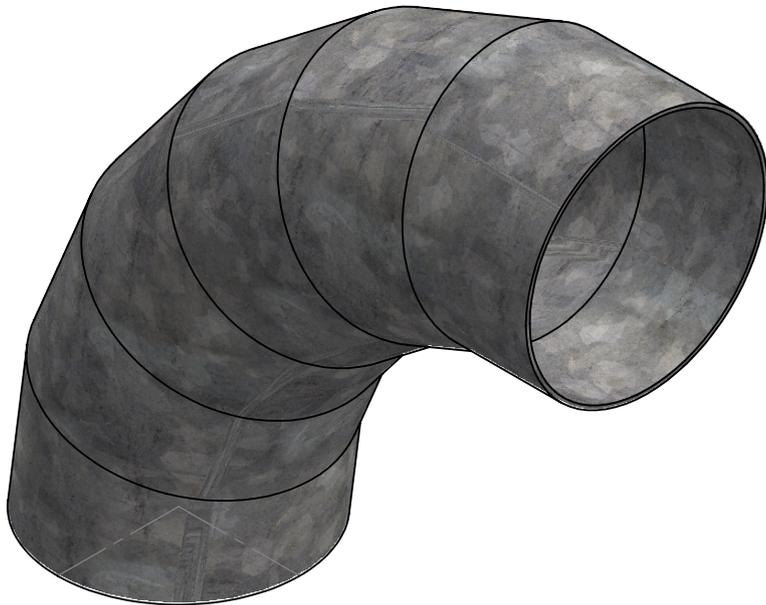
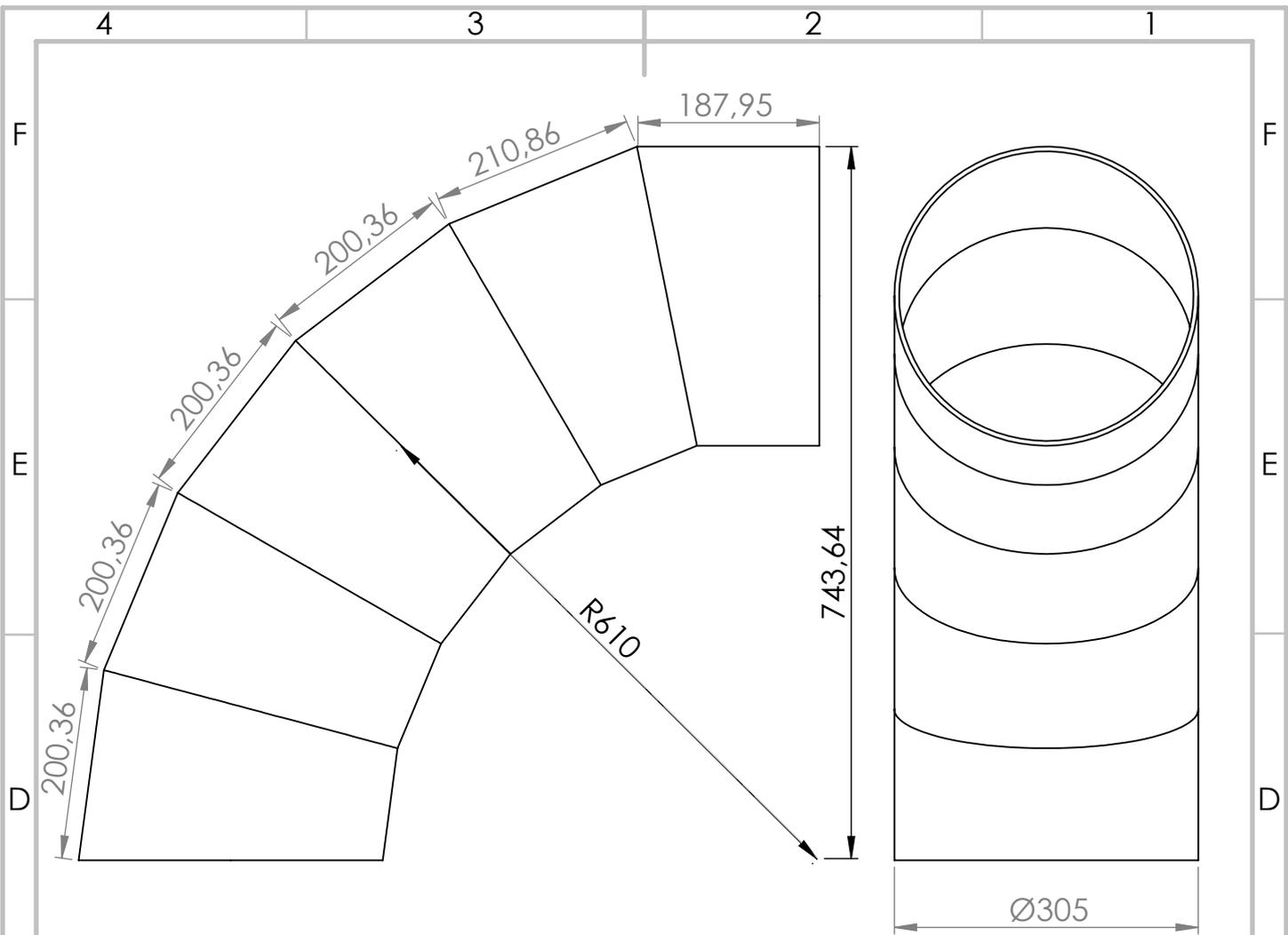
Cantidad 3	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.			
	Aprob.			
	Esc: 1:5	<b>Codo 90° 200 mm.</b>	Archivo PFC-2006B	
	Toler: ± 2 mm.		Plano P-TCC 292002-3	
	Material: SAE 1010			Tipo Esquemático

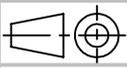


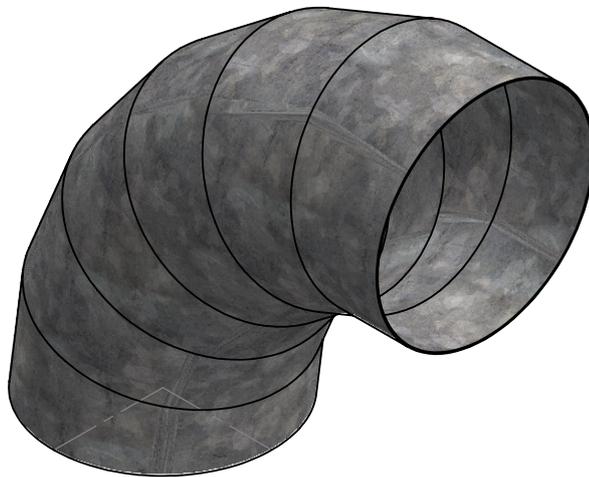
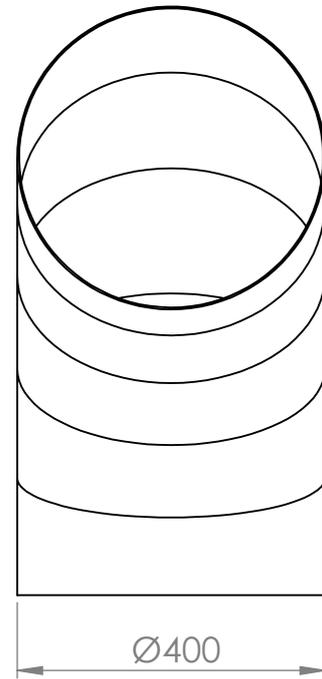
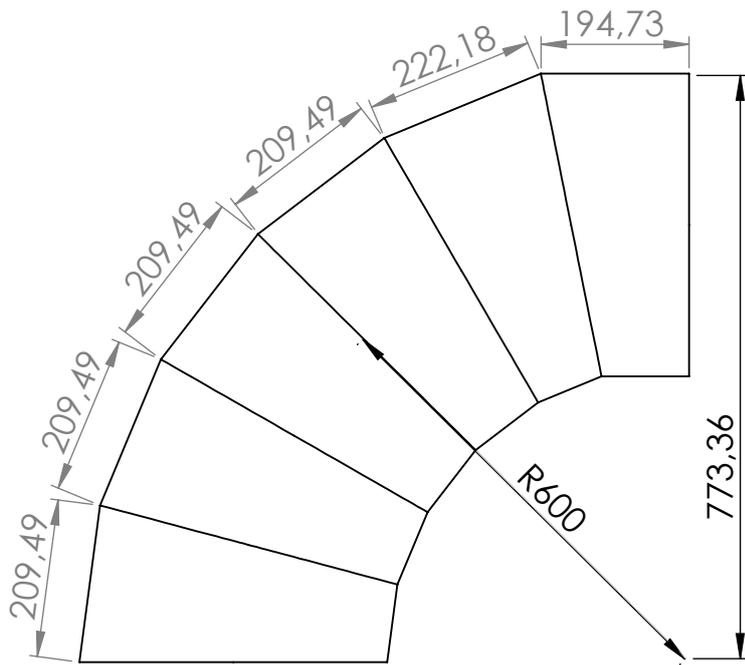
Cantidad 2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.		<b>Codo 45°</b> 100 mm.	Archivo PFC-2006B
	Aprob.			Plano P-TCC 292002-6
	Esc: 1: 2			Tipo Esquemático
	Toler: ± 2 mm.			
	Material: SAE 1010			



Cantidad 5	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.		<b>Codo 90° 305 mm.</b>	Archivo PFC-2006B
	Aprob.			Plano P-TCC 292002-7
	Esc: 1 : 7			Tipo Esquemático
				
	Toler: ± 2 mm.			
	Material: SAE 1010			



Cantidad 1	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
	Rev.				
	Aprob.				
Nota:	Esc:	<b>Codo 90° de radio largo 305 mm.</b>		Archivo	PFC-2006B
	1 : 7			Plano	P-TCC 292002-8
	 Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010			Tipo	Esquemático

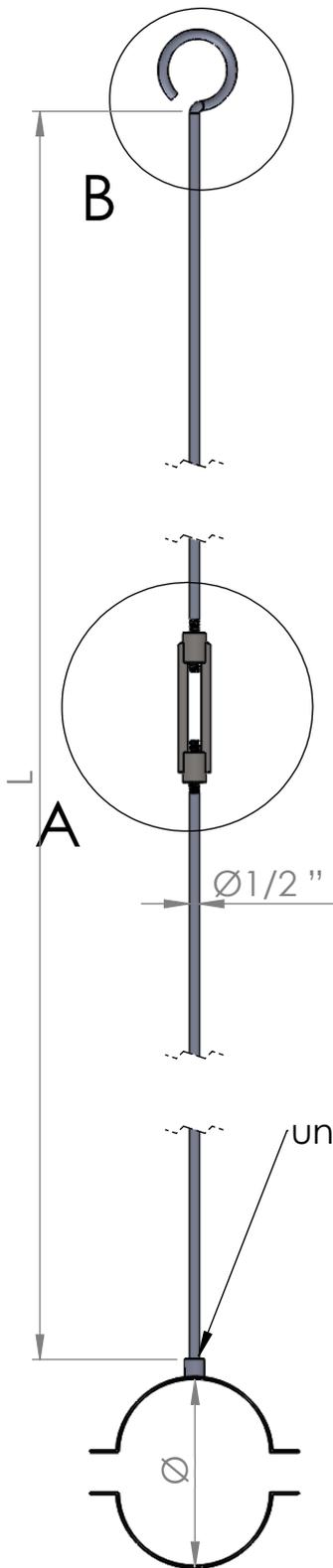


Cantidad:	4	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Nota:	Dib.	Akerman - Parreño		
Rev.					
Aprob.					
Esc:	1: 10	<b>Codo 90°</b> <b>400 mm.</b>		Archivo	PFC-2006B
				Plano	P-TCC 292002-9
				Toler:	± 2 mm.
	Material:	SAE 1010			

4 3 2 1

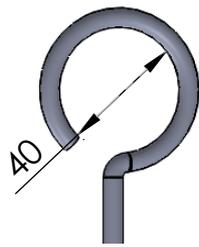
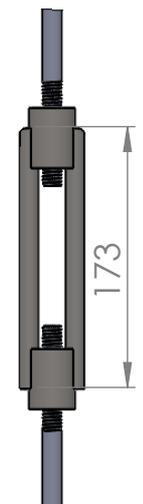
F  
E  
D  
C  
B  
A

F  
E  
D  
C  
B  
A



**DETALLE A  
TENSOR**  
ESCALA 1 : 5

**DETALLE B  
CANCAMO**  
ESCALA 1 : 5



Tramo de tubería	Longitud L (m)	Diametro abrazadera Ø (mm)
C-D	3	155
E-F	2,4	200
I-K	1,5	300
N-M	0,8	140
M-J	0,8	305

Cantidad 5	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Akerman - Parreño		
Nota:	Rev.		<b>Sujeción de Tramos</b>	Archivo PFC-2006B
	Aprob.			Plano P-TCC S292010-4
	Esc: 1 : 10			Tipo Esquemático
	Toler: ± 2 mm.			
	Material: varios			

4 3 2 1

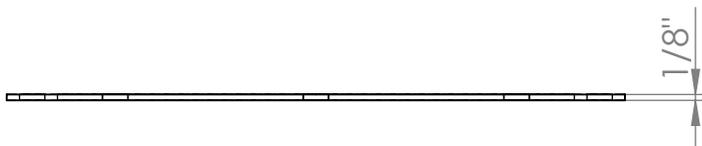
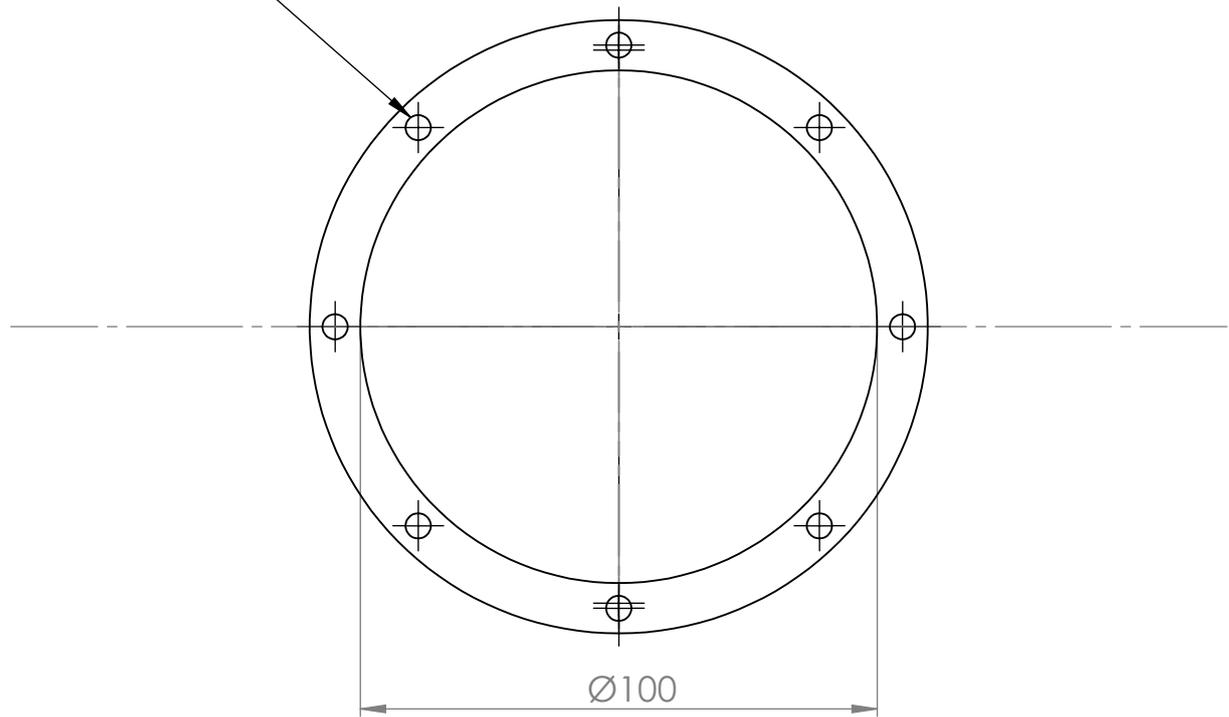
4

3

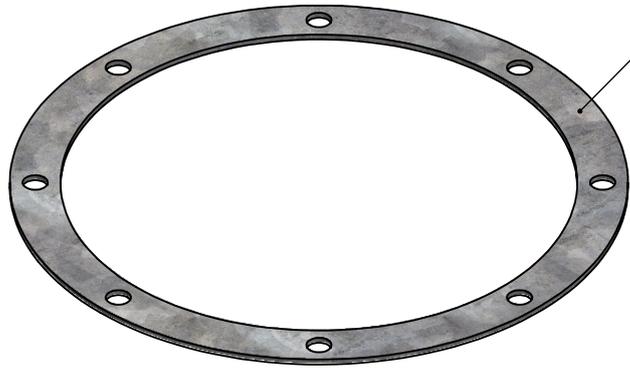
2

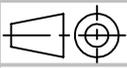
1

8 agujeros Ø3/8"



Brida acero SAE 1010  
1 1/2" x 1/8"



Cantidad 2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		Esc: 1:1.5	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-29200A-B1
	Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010			Tipo	Esquemático
			<p>Brida circular 100mm.</p>		

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

B

A

A

4

3

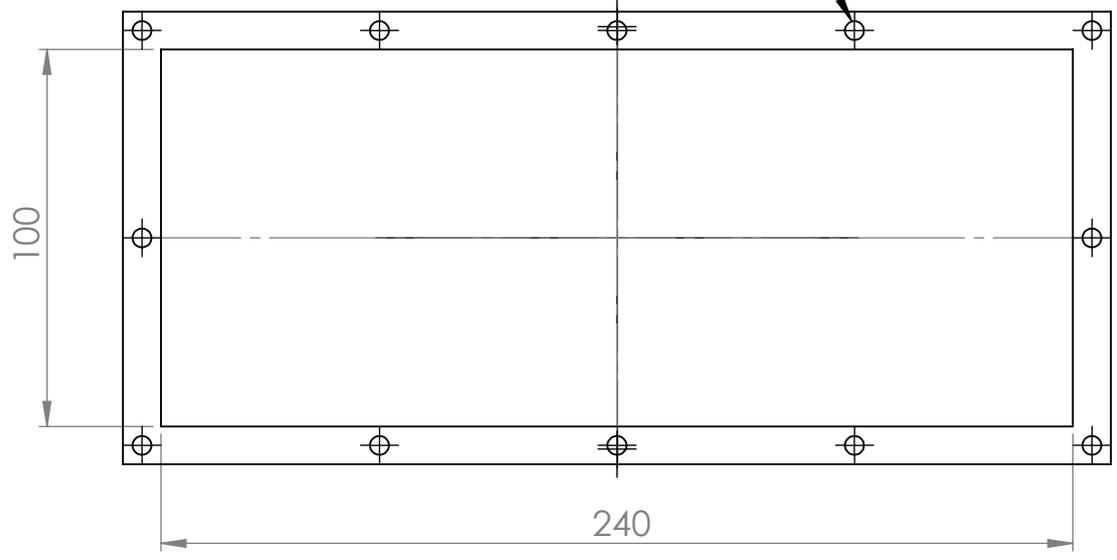
2

1

F

F

12 agujeros Ø3/8"



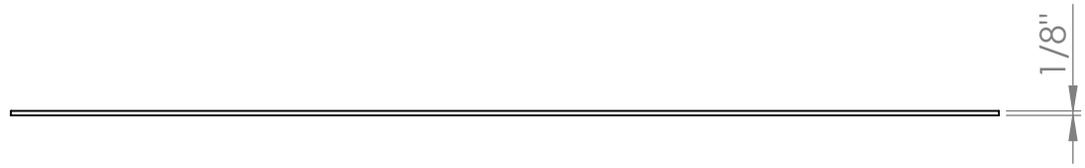
E

E

D

D

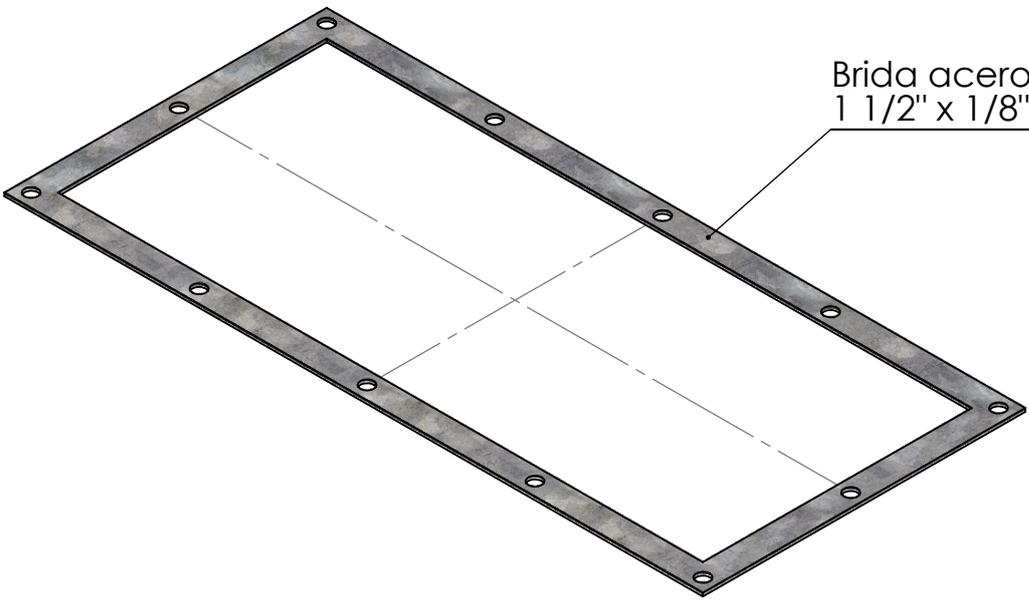
1/8"



C

C

Brida acero SAE 1010  
1 1/2" x 1/8"



B

B

Cantidad 2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.				
	Aprob.				
	Esc: 1:2	<b>Brida rectangular 100 x 240mm.</b>		Archivo	PFC-2006B
				Plano	P-29200A-B2
				Toler: ± 2 mm.	Tipo
	Material: SAE 1010				

A

A

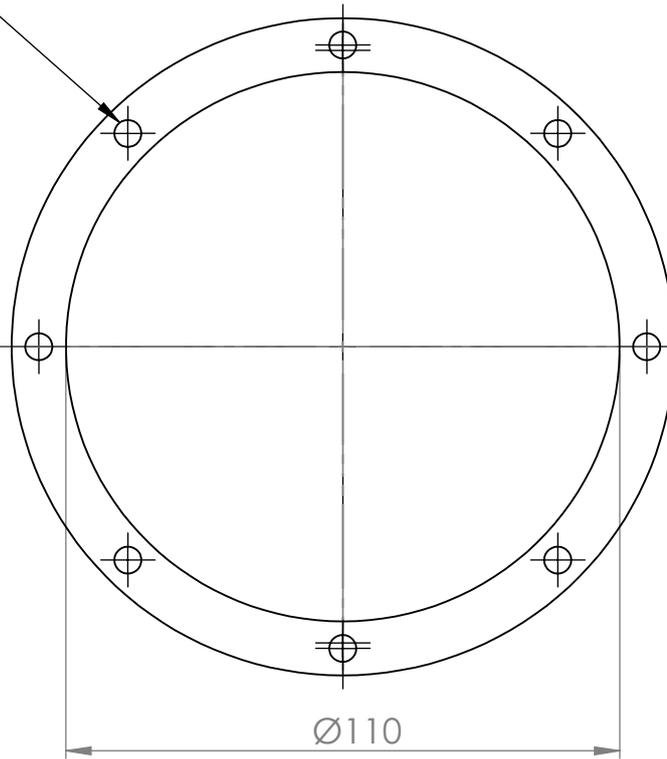
4

3

2

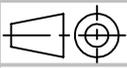
1

8 agujeros Ø3/8"



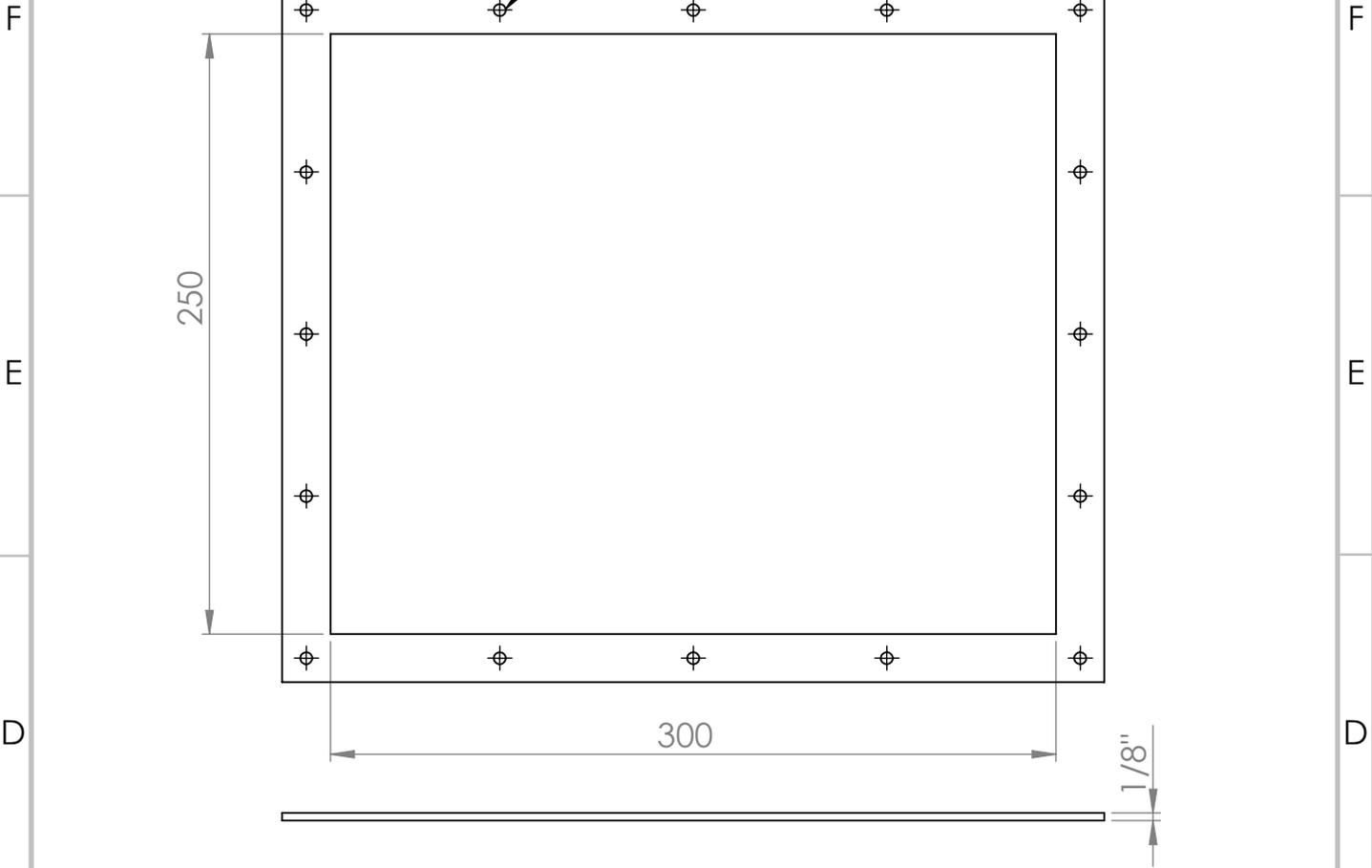
Brida acero SAE 1010  
1 1/2" x 1/8"



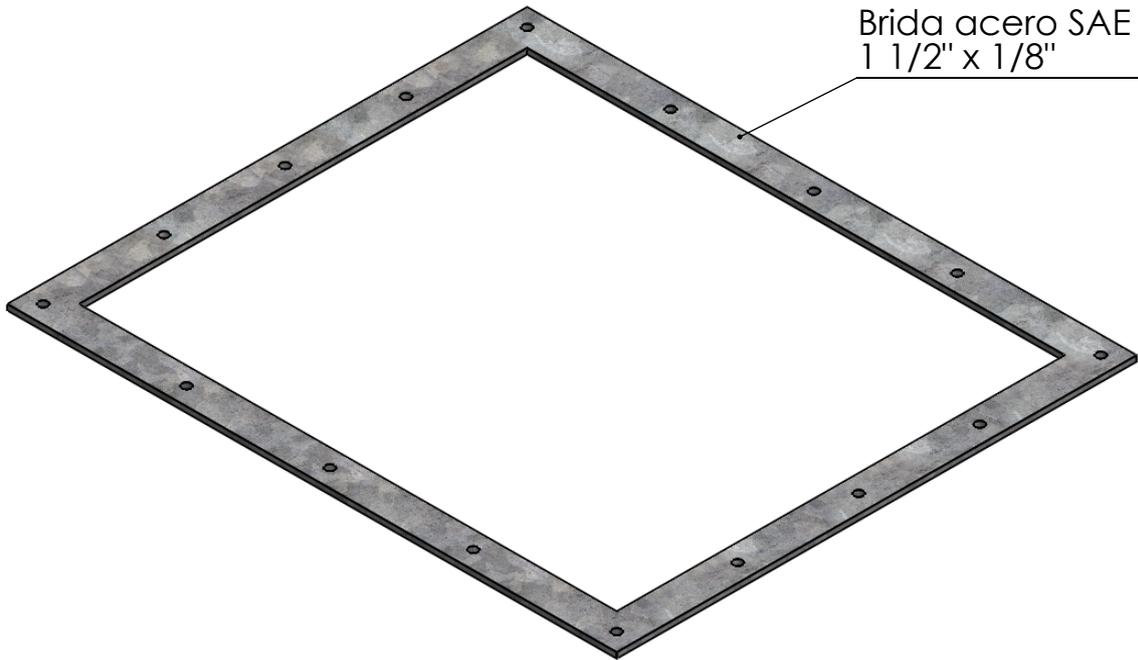
Cantidad 8	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.		Esc: 1:1.5	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-29200A-B3
	Toler: $\pm 2$ mm. Material: SAE 1010			Tipo	Esquemático
			<p>Brida circular 110mm.</p>		

4 3 2 1

16 agujeros Ø3/8"

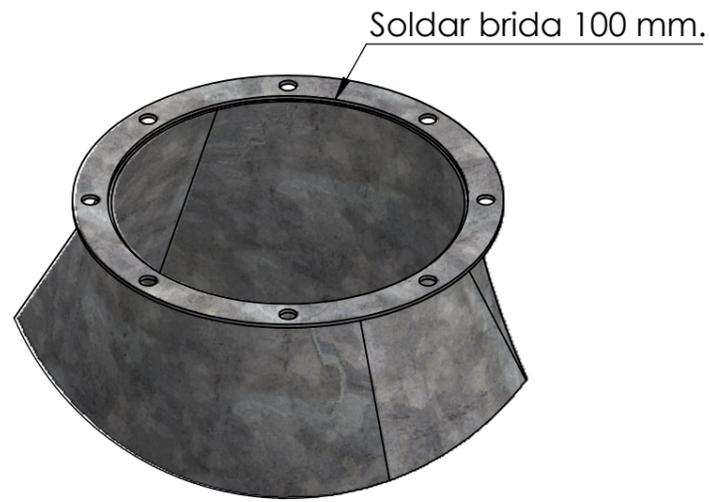


Brida acero SAE 1010  
1 1/2" x 1/8"



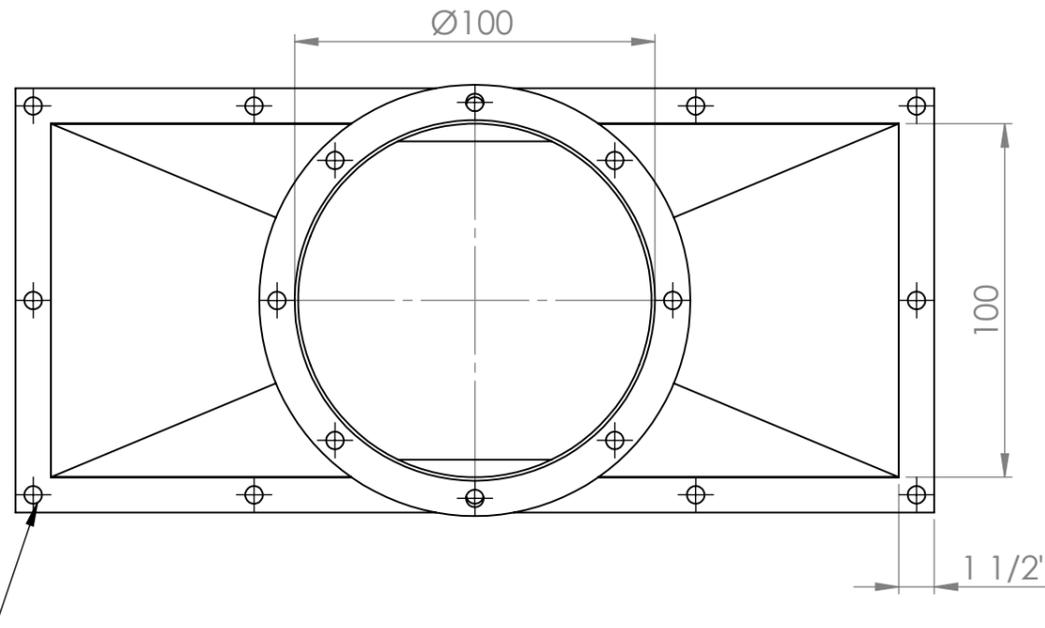
Cantidad 8	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.				
	Aprob.			Archivo	PFC-2006B
	Esc:	<b>Brida rectangular          300 x 250mm.</b>		Plano	P-29200A-B4
	1:3			Tipo	Esquemático
	Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010				

4 3 2 1

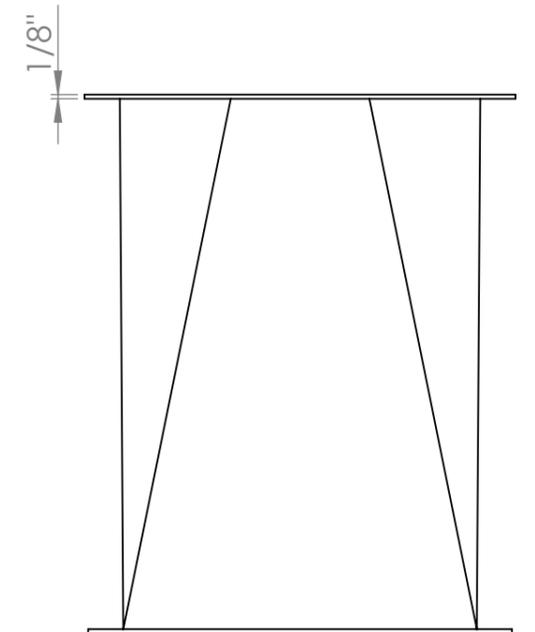
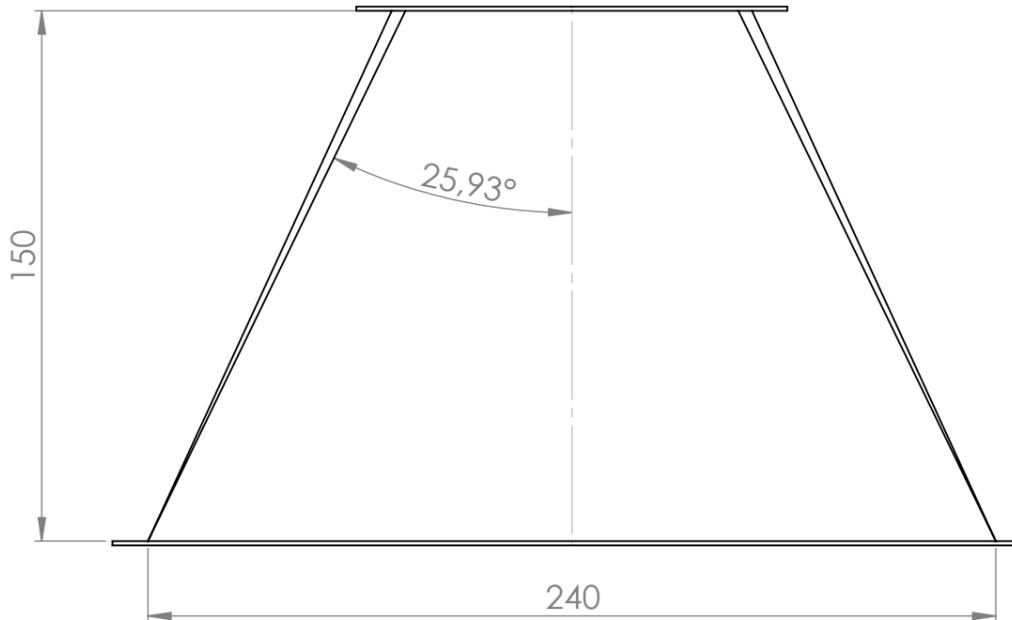
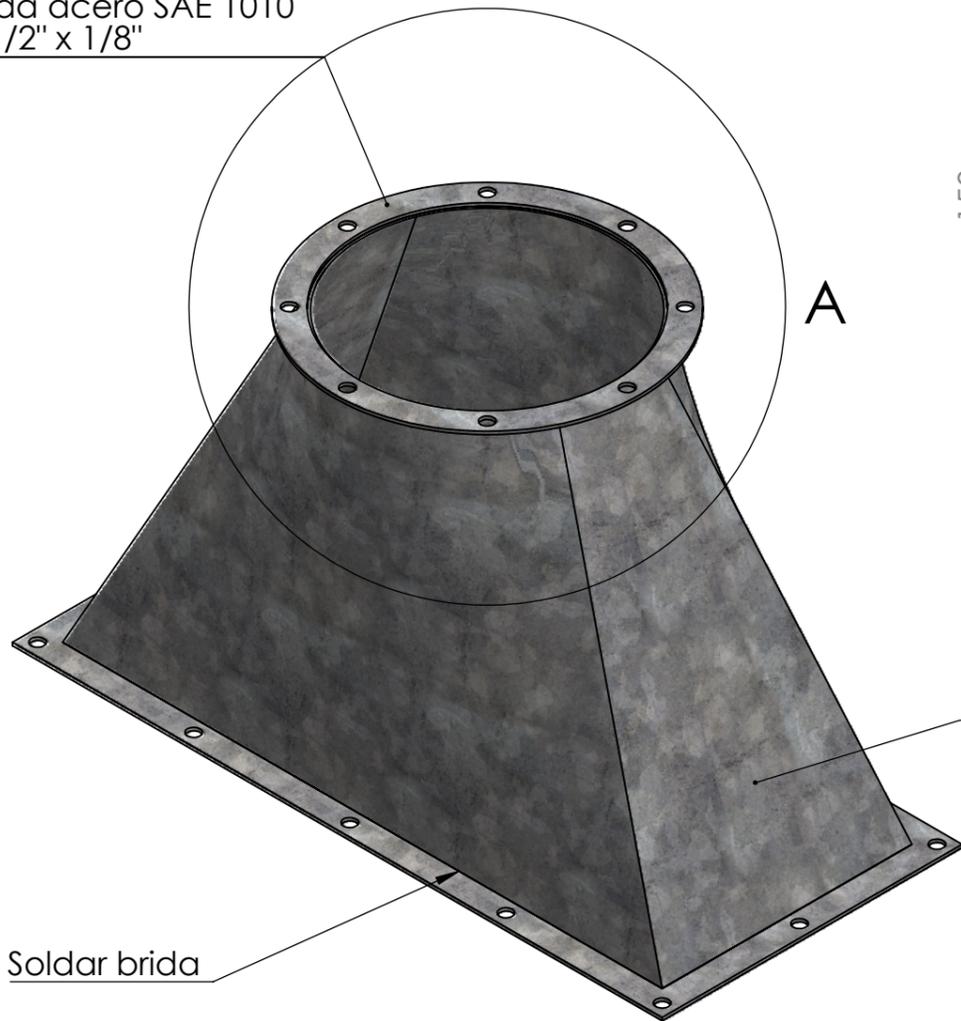


**DETALLE A**

ESCALA 1 : 2



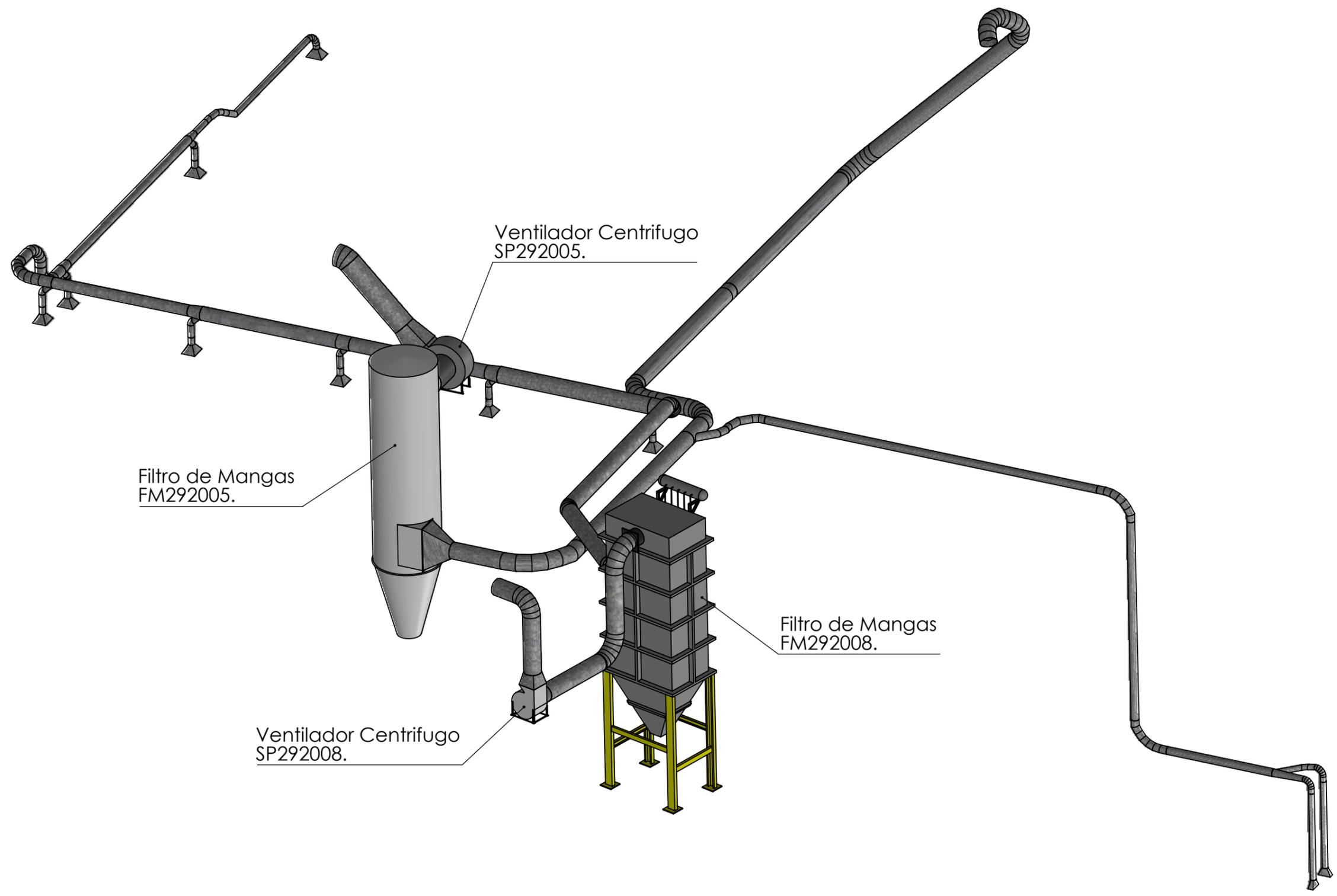
Brida acero SAE 1010  
1 1/2" x 1/8"



Chapa SAE 1010 galvanizado  
Calibre 18.

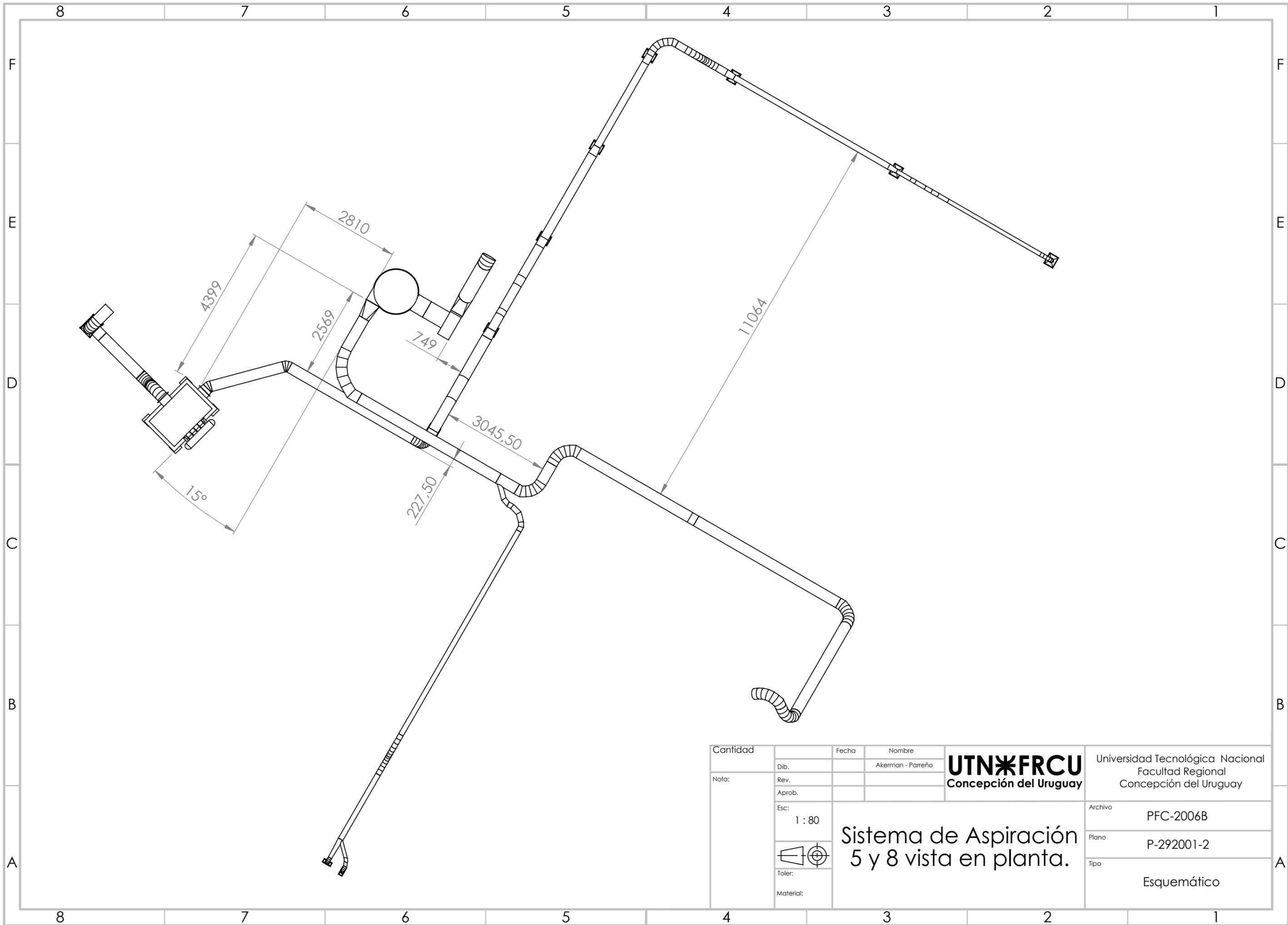
Cantidad 2	Fecha	Nombre Akerman - Pareño	<b>UTN FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
Nota:	Dib.	Rev.		Archivo PFC-2006B	Plano P-C29200A-C1
	Aprob.	Esc: 1:2	<h1>Campana C1</h1>		
		Toler: ± 2 mm. Material: SAE 1010			

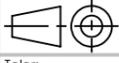




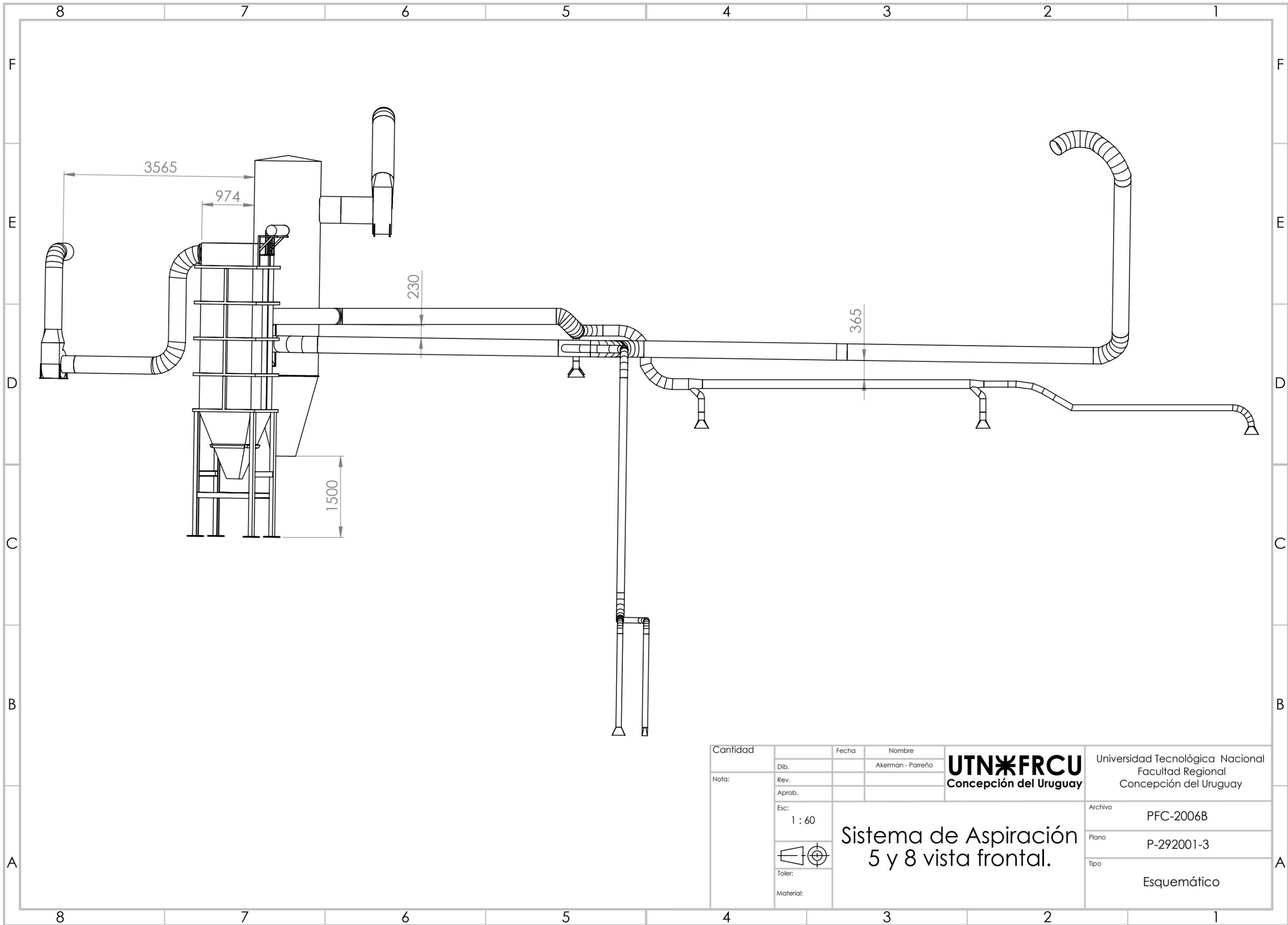
Cantidad		Fecha	Nombre	<b>UTN FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Dib.		Akerman - Parreño			
Rev.					
Nota:		Aprob.			Archivo
		Esc:	1 : 75		PFC-2006B
		Toler:			Plano
		Material:			P-292001-1
					Tipo
					Esquemático

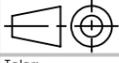
## Sistema de Aspiración 5 y 8



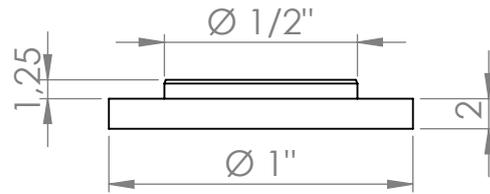
Cantidad		Fecha	Nombre	<b>UTN FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.		Akerman - Parreño			
Nota:	Rev.					
	Aprob.					
	Esc:	1 : 80			Archivo	
					PFC-2006B	
	Toler:				Plano	P-292001-2
	Material:				Tipo	Esquemático

Sistema de Aspiración  
5 y 8 vista en planta.

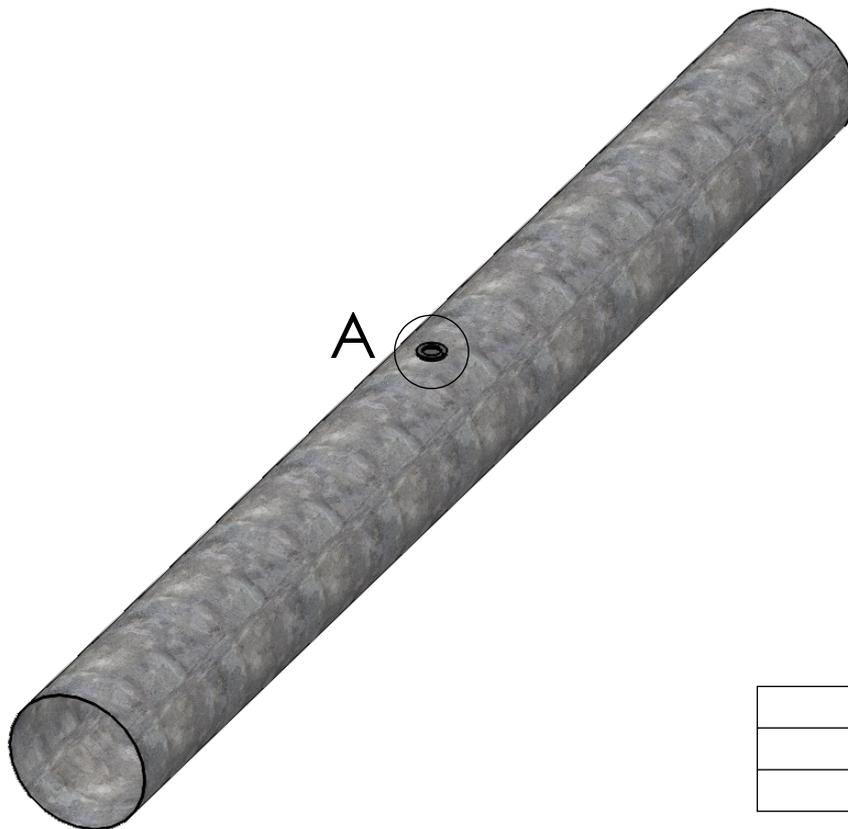


Cantidad		Fecha	Nombre	<b>UTN*FRCU</b> <b>Concepción del Uruguay</b>	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Dib.			Akerman - Parreño		
Rev.					
Nota:		Aprob.			Archivo
		Esc:	1 : 60		PFC-2006B
					Plano
		Toler:			P-292001-3
		Material:			Tipo
					Esquemático

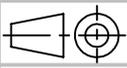
Sistema de Aspiración  
5 y 8 vista frontal.

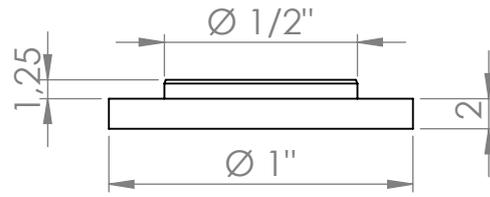


**DETALLE A**  
 Tapon de medición  
 con tubo Pitot  
 ESCALA 1 : 1

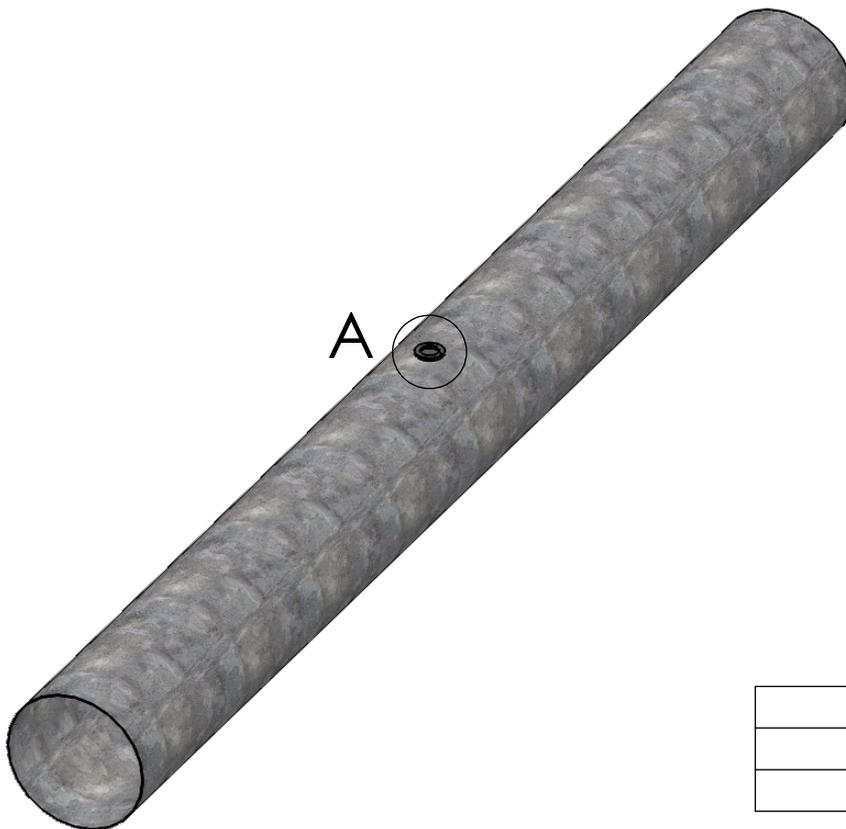


Tramo
N-M
U-T

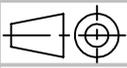
Cantidad 2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:  Las bocas deberán realizarse en la parte superior de la tubería, y aprox. en la mitad de su longitud.	Rev.		<b>Boca para medición con tubo Pitot</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-S292005-BP
	Esc: 1:5			Tipo	Esquemático
		Toler:			
	Material:				

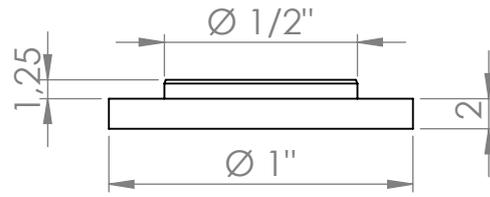


**DETALLE A**  
 Tapon de medición  
 con tubo Pitot  
 ESCALA 1 : 1

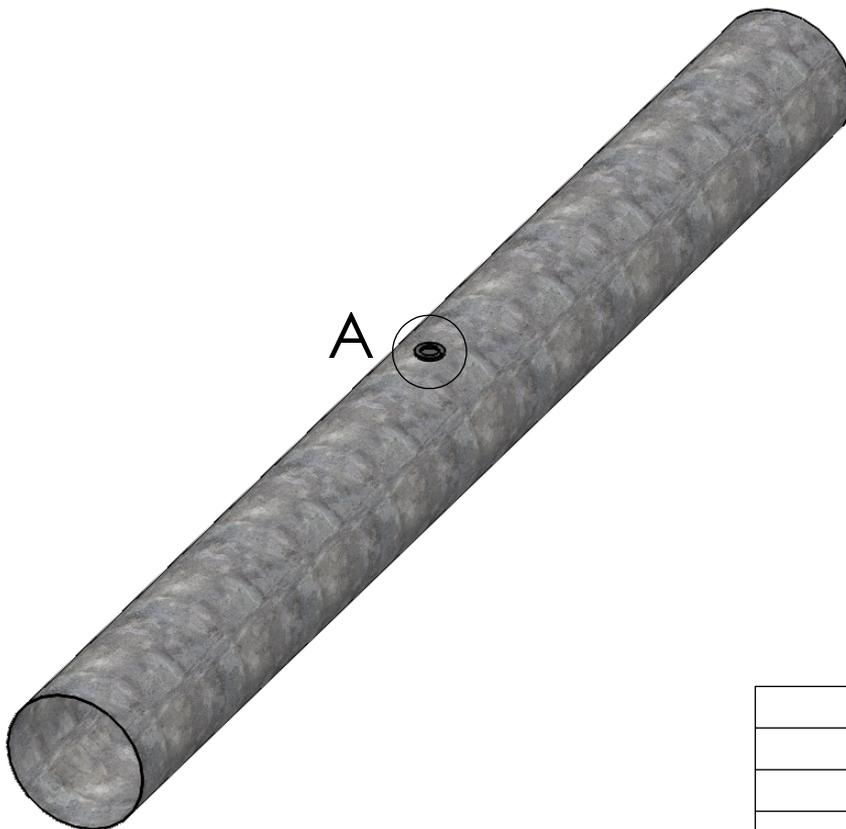


Tramo
C-D
H-G

Cantidad 2	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:  Las bocas deberán realizarse en la parte superior de la tubería, y aprox. en la mitad de su longitud.	Rev.		<b>Boca para medición con tubo Pitot</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-S292008-BP
	Esc: 1:5			Tipo	Esquemático
		Toler:			
	Material:				

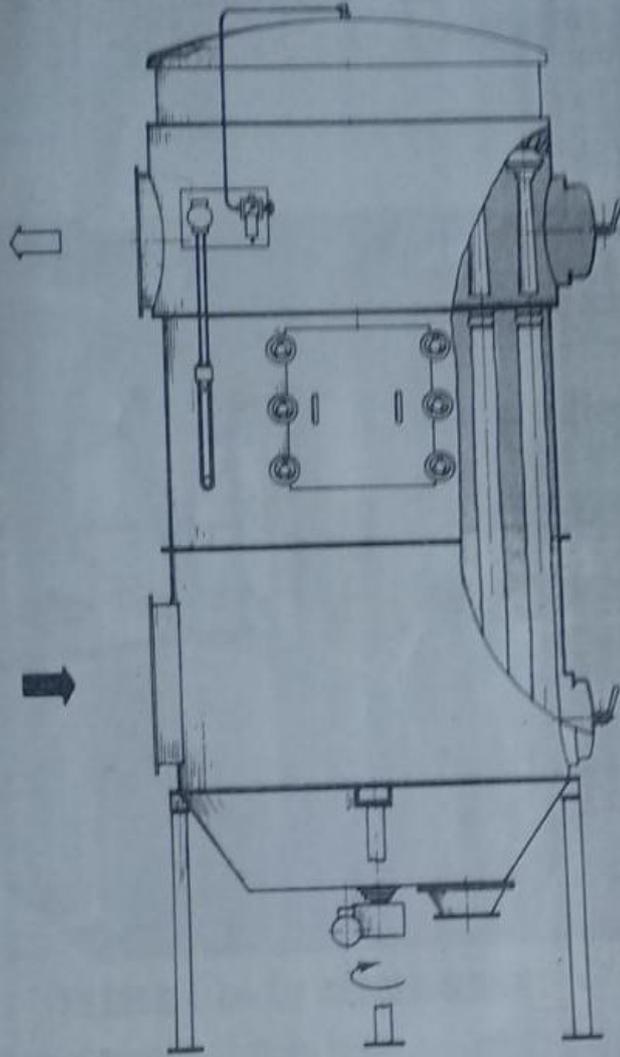


**DETALLE A**  
 Tapon de medición  
 con tubo Pitot  
 ESCALA 1 : 1



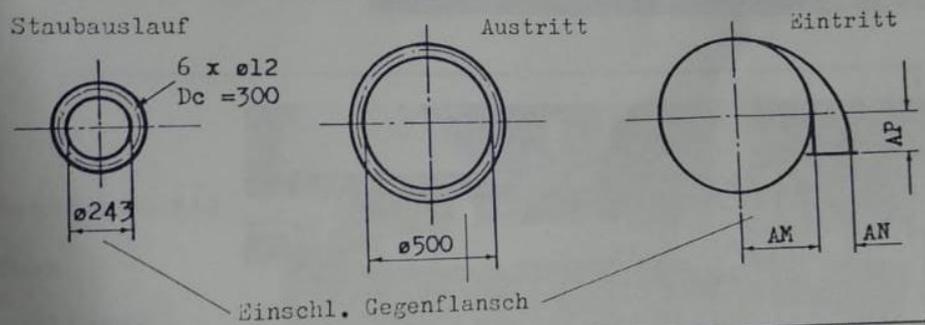
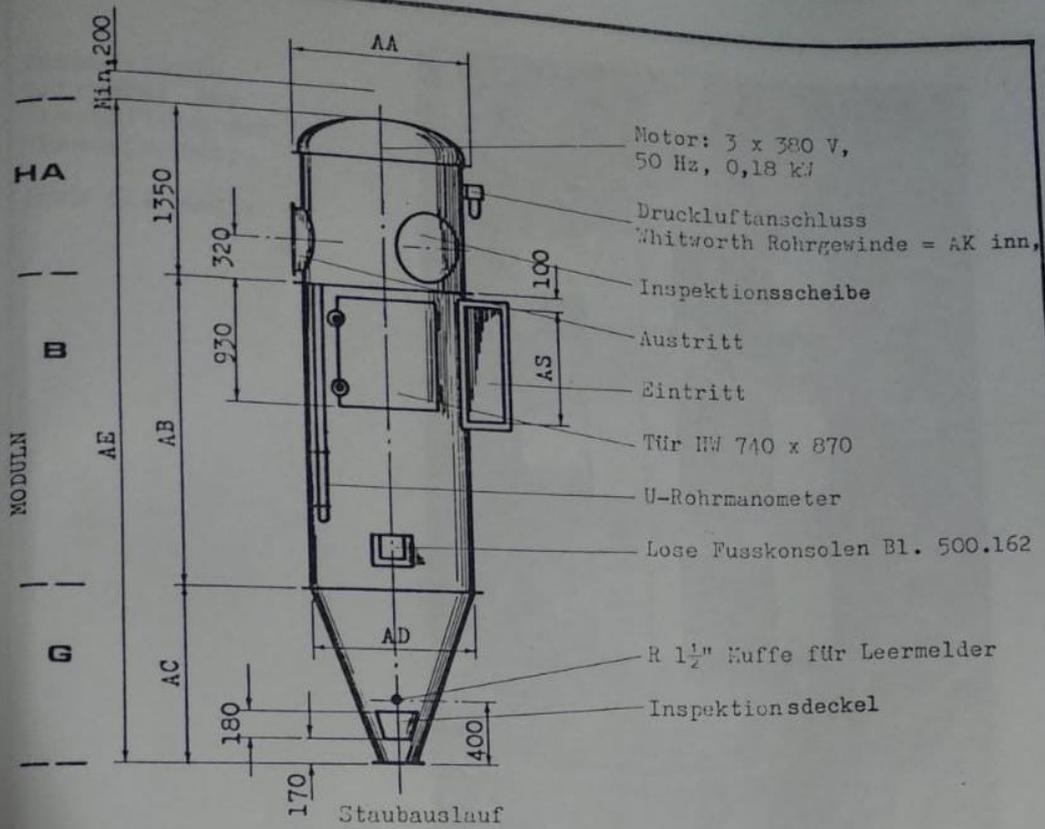
Tramo
C-D
H-G
N-M
U-T

Cantidad 4	Fecha	Nombre	<b>UTN * FRCU</b> Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Akerman - Parreño			
Nota:  Las bocas deberán realizarse en la parte superior de la tubería, y aprox. en la mitad de su longitud.	Rev.		<b>Boca para medición con tubo Pitot</b>	Archivo	PFC-2006B
	Aprob.			Plano	P-S292010-BP
	Esc: 1:5			Tipo	Esquemático
		Toler:			
	Material:				



**JESMA** Co-Jet®

MAN 420000



DFH	AA	AB	AC	AD	AE	AK	AM	AN	AP	AS
27/1800	1307	1750	1320	1200	4420	1/2"	600	280	300	900
27/2400	1307	2350	1320	1200	5020	1/2"	600	280	300	900
*27/3000	1307	2950	1320	1200	5620	1/2"	600	280	300	900
36/2400	1607	2350	1730	1500	5430	3/4"	750	280	400	1200
36/3000	1607	2950	1730	1500	6030	3/4"	750	280	400	1400
48/2400	1607	2350	1730	1500	5430	3/4"	750	340	400	1400
48/3000	1607	2950	1730	1500	6030	3/4"	750	340	400	1400

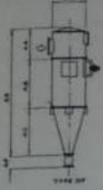
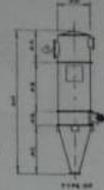
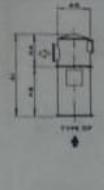
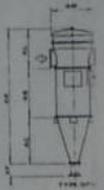
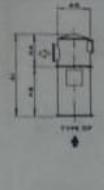
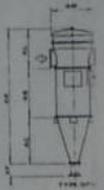
FILTERBELASTUNG max. 270 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h -  
 und STAUBBELASTUNG max. 10 gr./m<sup>3</sup>

DÜSENFILTER TYP D F H 27 - 48  
 MODUL HA + B + G

500.159 D

JESMA

# ILTROS Co-Jet SEEGER-JESMA TIPOS DF 9-DF 48 + DFH 18-DFH 4

<p>Construção para eliminação de pó a temperaturas até 50°C, construção standard.</p> <p>For use as dust extractor at temperatures up to 50°C.</p> <p>Construção para eliminar polvo a temperaturas hasta 50°C, construcción standard.</p>		<p>Construção para separação de material a temperatura até 50°C.</p> <p>For use as product separator at temperatures up to 50°C.</p> <p>Construcción para separación de producto a temperatura hasta 50°C.</p>		<p>Para uso direto em silos a temperaturas até 50°C.</p> <p>For use direct on silos at temperatures up to 50°C.</p> <p>Uso directo en silos a temperaturas hasta 50°C.</p>		<p>Para uso para eliminação de pó a temperaturas até 250°C, construção standard.</p> <p>For use as dust extractor at temperatures up to 250°C, construcción standard.</p> <p>Uso para extracción de polvo a temperaturas hasta 250°C, construcción standard.</p>	
<p>Para uso direto em silos a temperaturas até 50°C.</p> <p>For use direct on silos at temperatures up to 50°C.</p> <p>Uso directo en silos a temperaturas hasta 50°C.</p>		<p>Para uso para eliminação de pó a temperaturas até 250°C, construção standard.</p> <p>For use as dust extractor at temperatures up to 250°C, construcción standard.</p> <p>Uso para extracción de polvo a temperaturas hasta 250°C, construcción standard.</p>					

Tipo Type Tipo	AA	AB	Modelo 1 Model 1 15° AC	Modelo 2 Model 2 20° AC	AD	Modelo 1 Model 1 15° AE	Modelo 2 Model 2 20° AE	Válvula rotativa Rotary valve Válvula rotativa AF	AG	Modelo 1 Model 1 15° AH	Modelo 1 Model 1 15° AI	Modelo 1 Model 1 15° AK	AL	AM
DF 9/1200	1125	1150	1240	910	900	3515	3185	385	300	3815	2275			
DF 9/1800	1125	1750	1240	910	900	4115	3785	385	300	4415	2875			
DF 9/2400	1125	2350	1240	910	900	4715	4385	385	300	5015	3475			
DF 9/3000	1125	2950	1240	910	900	5315	4985	385	300	5615	4075			
DF/DFH 18/1800	1125	1750	1800	1320	1200	4675	4195	385	350	5025	2875	5040	1490	1610
DF/DFH 18/2400	1125	2350	1800	1320	1200	5275	4795	385	400	5675	3475	5640	1490	1610
DF/DFH 18/3000	1125	2950	1800	1320	1200	5875	5395	385	400	6275	4075	6240	1490	1610
DF/DFH 27/1800	1125	1750	1800	1320	1200	4675	4195	385	400	5075	2875	5040	1490	1610
DF/DFH 27/2400	1125	2350	1800	1320	1200	5275	4795	385	450	5725	3475	5640	1490	1610
<b>DF/DFH 27/3000</b>	1125	2950	1800	1320	1200	5875	5395	385	450	6325	4075	6240	1490	1610
DF/DFH 36/2400	1125	2350	2360	1730	1500	5835	5205	385	550	6385	3475	6200	1490	1610
DF/DFH 36/3000	1125	2950	2360	1730	1500	6435	5805	385	550	6985	4075	6800	1490	1610
DF/DFH 48/2400	1125	2350	2360	1730	1500	5835	5205	385	550	6385	3475	6200	1490	1610
DF/DFH 48/3000	1125	2950	2360	1730	1500	6435	5805	385	550	6985	4075	6800	1490	1610

Tipo DF - Type DF		Tipo DFH - Type DFH												
Extrator de pó standard Dust extractor Extractor de polvo standard.	Separador de produto Product separator Separador de producto.	Montagem em silo Silo direct mounting Para montar en silo	Extrator de pó standard Dust extractor Extractor de polvo standard.											
Pressão de ar necessária: Operating pressure: Presión del aire neces.:	4,5-7 kg/cm <sup>2</sup> 4,5-7 kg/cm <sup>2</sup> 4,5-7 kg/cm <sup>2</sup>													
Tipo Type Tipo	Número de mangas No. of bags Número de mangueiras	Área de filtração m <sup>2</sup> Filter area m <sup>2</sup> Área de filtración m <sup>2</sup>	Consumo de ar l/min. Air consumption l/min. free air Consumo de aire l/min.	Diâmetro do tubo de ligação Ø BSP de ar comprimido Air supply pipe, Ø BSP Diámetro del tubo de conexión de aire comprimido Ø BSP	Peso em kg Weight in kg Peso en kg	Volumen com embalagem marítima m <sup>3</sup> Shipping volume m <sup>3</sup> Volumen con embalaje marítima m <sup>3</sup>	Peso em kg Weight in kg Peso en kg	Volumen com embalagem marítima m <sup>3</sup> Shipping volume m <sup>3</sup> Volumen con embalaje marítima m <sup>3</sup>	Peso em kg Weight in kg Peso en kg	Volumen com embalagem marítima m <sup>3</sup> Shipping volume m <sup>3</sup> Volumen con embalaje marítima m <sup>3</sup>	Peso em kg Weight in kg Peso en kg	Volumen com embalagem marítima m <sup>3</sup> Shipping volume m <sup>3</sup> Volumen con embalaje marítima m <sup>3</sup>	Peso em kg Weight in kg Peso en kg	Volumen com embalagem marítima m <sup>3</sup> Shipping volume m <sup>3</sup> Volumen con embalaje marítima m <sup>3</sup>
DF/DFH					Líquido Net Líquido	Bruto Gross Bruto								
9/1200	9	4	100	1/2"	370	700	4,1	420	810	4,4	315	525	2,6	
9/1800	9	6	120	1/2"	410	810	4,8	460	920	5,2	360	630	3,4	
9/2400	9	8	120	1/2"	450	910	5,5	500	1030	5,9	405	740	4,1	
9/3000	9	10	160	1/2"	490	1010	6,3	540	1140	6,6	460	850	4,8	
18/1800	18	12	150	1/2"	580	1120	9,0	650	1230	9,7	510	830	5,4	690 1310 10,8
18/2400	18	16	150	1/2"	640	1260	10,1	710	1370	10,8	550	950	6,6	770 1460 11,7
18/3000	18	20	200	1/2"	700	1400	11,0	770	1510	11,8	590	1070	7,8	840 1600 12,3
27/1800	27	18	180	1/2"	620	1160	9,0	690	1270	9,7	550	870	5,4	750 1430 10,8
27/2400	27	24	180	1/2"	680	1300	10,1	750	1410	10,8	590	990	6,6	820 1560 11,7
27/3000	27	30	240	1/2"	740	1440	11,0	810	1550	11,0	630	1110	7,8	890 1690 12,3
36/2400	36	32	210	3/4"	880	1860	16,6	990	1950	17,8	770	1340	9,8	970 1840 19,2
36/3000	36	40	270	3/4"	960	2070	18,4	1070	2060	19,5	860	1560	11,5	1060 2010 20,6
48/2400	48	42	300	3/4"	1080	1960	16,6	1190	2050	17,8	870	1440	9,8	1210 2300 19,2
48/3000	48	54	370	3/4"	1260	2170	18,4	1370	2160	19,5	960	1620	12,5	1410 2680 20,6

## Características

- Gabinete y tolva de recolección de polvo, construido en chapa de acero plegado y soldado de 2,5 mm de espesor, con refuerzos en perfiles de hierro.
- Estructura soporte construida con perfiles de hierro.
- Construcción modular para facilitar su traslado y montaje.
- Bocas de entrada, salida y descarga con platinas y contra-platinas para facilitar la conexión de la cañería y equipos.
- Mangas filtrantes de poliéster punzonado no tejido de 400 gr/m<sup>2</sup>.
- Sistema automático de limpieza por pulsos de aire comprimido, mediante válvulas solenoides.
- Caño pulmón de aire comprimido, con manómetro para control de la presión y purga automática para evitar el ingreso de agua a las válvulas solenoides.
- Tapa de inspección en la cámara de aire limpio y puerta de acceso lateral para el recambio de mangas.
- Tablero de comando compuesto por un temporizador electrónico de estado sólido y un presostato diferencial para indicación de la presión diferencial y limpieza por demanda.
- Diseñado para uso industrial y de servicio continuo, apto para trabajar a la intemperie.
- Presión máxima admisible de trabajo: 500 mm c.a.

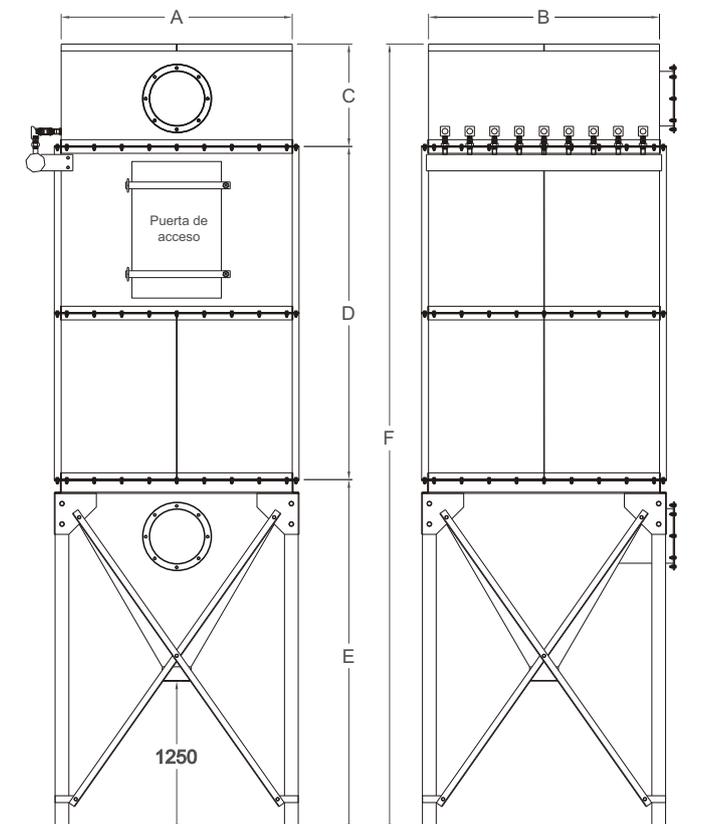


## Opcionales

Si el cliente o la aplicación así lo requiere, todos los modelos pueden aceptar las siguientes variantes.

- Construcción en acero galvanizado ó acero inoxidable.
- Largos de mangas mayores o menores.
- Gabinetes redondos o rectangulares.

## Dimensiones



Modelo		A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso (kg)
FMA-25-120	8	1020	1020	550	2440	2150	5140	900
	10	1020	1020	550	3000	2150	5700	1000
FMA-25-150	8	1170	1170	550	2440	2280	5270	1000
	10	1170	1170	550	3000	2280	5830	1100
FMA-36-120	8	1210	1210	550	2440	2320	5310	1050
	10	1210	1210	550	3000	2320	5870	1200
FMA-36-150	8	1390	1390	550	2440	2470	5460	1200
	10	1390	1390	550	3000	2470	6020	1300
FMA-49-120	8	1400	1400	750	2440	2480	5670	1300
	10	1400	1400	750	3000	2480	6230	1450
FMA-49-150	8	1610	1610	750	2440	2660	5850	1550
	10	1610	1610	750	3000	2660	6410	1750
FMA-64-120	8	1590	1590	750	2440	2650	5840	1550
	10	1590	1590	750	3000	2650	6400	1750
FMA-64-150	8	1830	1830	750	2440	2850	6040	1800
	10	1830	1830	750	3000	2850	6600	2000
FMA-81-120	8	1780	1780	750	2440	2810	6000	1900
	10	1780	1780	750	3000	2810	6560	2100
FMA-81-150	8	2050	2050	750	2440	3040	6230	2200
	10	2050	2050	750	3000	3040	6790	2400
FMA-100-120	8	1970	1970	750	2440	2980	6170	2200
	10	1970	1970	750	3000	2980	6730	2450
FMA-100-150	8	2270	2270	750	2440	3230	6420	2550
	10	2270	2270	750	3000	3230	6980	2850
FMA-121-120	8	2160	2160	750	2440	3140	6330	2500
	10	2160	2160	750	3000	3140	6890	2750
FMA-121-150	8	2490	2490	750	2440	3420	6610	2850
	10	2490	2490	750	3000	3420	7170	3200

Nota: El peso indicado es del filtro completo, limpio y sin incluir el peso de accesorios tales como válvulas rotativas o estructuras adicionales para acceso.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
VAZÃO	6000	m <sup>3</sup> /h
PRESSÃO ESTÁTICA DIFERENCIAL	280	mmCA
ALTITUDE	53	m
ROTAÇÃO	2925	rpm
POTÊNCIA ABSORVIDA	7,3	bhp
TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	5/30°	°C
DENSIDADE DE ENTRADA	1,228	kg/m <sup>3</sup>
GD <sup>2</sup>	0,5	kgf.m <sup>2</sup>
CARGA ESTÁTICA C/ MOTOR	175	kgf
CARGA DINÂMICA	70	kgf
QUANTIDADE: 01 CONJUNTO		
POSIÇÃO CONSTRUTIVA DO VENTILADOR CCW-0		



**PINTURA PADRÃO LCI: A (90S)**

Preparação de superfície : Limpeza mecânica ST2/ST3 (SIS 055900)

Fundo: 01 demão - primer epóxi poliamida óxido de ferro. 40micra

Acabamento: 01 demão - resina alquídica - 25 micra - cinza N 6.5

Área de pintura = 10 m<sup>2</sup>

**NOTA:**

1-AÇO CARBONO COMERCIAL SEM CERTIFICADO DE MATERIAL.

15	1	JANELA DE INSPEÇÃO	NOTA 1	150x200	
14	1	REGISTRO RETANGULAR	NOTA 1		
13	4	CHUMBADOR (FORN. CLIENTE)	TECNART OU SIMILAR	TBM 58090 (TECBOLT)	



Modelo: PAC-22 - 450

Cliente: Ventec Paysandu

EXAUSTOR CENTRIFUGO

Expedição a Vagones - Sistema 08



FOLHA DE DADOS TÉCNICOS

023/04-01-2500-0

Feito por: LFV

Data: 25/5/04

Aspiração	Simplex	Fluido	Ar Limpo	Qtde.:	1
Arranjo AMCA	4	Temp. operação / máx.	[ °C ] 5 / 30	Rotação	[rpm] 2925
Rotor: tipo / n° pás	Curvado p/ trás /12	Altitude	[m] 53	Velocidade ent.	[m/s] 13,5
Diâmetro [mm]	433	Pressão barom.	[mmHg] 755,2	Velocidade saída	[m/s] 14,4
Material	SAE 1010/20	Densid. entrada	[kg/m3] 1,228	Pressão din. ent.	[mmca] 11,4
GD2 [kgf.m2]	0,5	Volume	[m3/min] 100	Pressão din. sai.	[mmca] 13,1
Vel. periférica [m/s]	66,3	Pressão estática entrada	[mmca] -275	Ef. Estát. c/ Perd.	[%] 84,5
Eixo ø máx.	Não aplicável	Pressão estática saída	[mmca] 5	Ef. Estát. s/ Perd.	[%] 83,9
Rotação crítica [rpm]	Não aplicável	Motor Elétrico			

Bocal entrada [mm]	400	10 cv - 2 p IP 55 Cl. B 50Hz	132 S	
Bocal descarga [mm]	430x270	Fornecimento: Ventec		
Esp. Espiral [mm]	2,7	Consumo [bhp]	7,3	
Esp. Lateral [mm]	2,7	Consumo (20 °C) [bhp]	6,9	
Material Carcaça	SAE 1010/20	Consumo reg. fechado [bhp]	2,4	
Caixas dos mancais	ø	Torque 100 % [kgf.m]	1,8	
Rolamentos	Série :	Torque reg. fechado [kgf.m]	0,6	
Lubrificação	Não aplicável	Torque para partida [kgf.m]	0,2	
Intervalo de rel. [h]		Tempo direta /admissível [s]	1 / 8	
Vida rol. L10h		Tempo comp. tap 80 % /admiss. [s]	2 / 12	

Acopl. elástico mod.	Não aplicável	Tempos de partida c/ registro fechado (orientativo)		Carga estática total [kgf]	175
		Carga estática ventilador [kgf]	117	Carga dinâmica vent. [kgf]	N. apl.
		Carga estática motor [kgf]	58		

Nível de ruído : Pela carcaça à 1,5 m 75 dBA - Fonte sobre 1 plano

Bandas: 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 Hz

44 53 71 68 67 67 58 53 dBA

Pintura A (90S)

Torque do registro [kgf.m] 0,27

Obs.:

Escopo (Acessórios)

Base única [ ]	Hélice dissipação [ ]	Sensor temp. mancais [ ]
Carcaça bipartida [ ]	Porta de inspeção [ x ]	Sensor vibração [ ]
Chumbadores [ ]	Proteção acionamento [ x ]	Supressor ent. [ ]
Col.flex.entrada [ x ]	Registro radial [ ]	Supressor desc. [ ]
Col.flexível saída [ ]	Registro retang. entrada [ ]	Superv. vibração [ ]
Contra flanges [ ]	Registro retang. saída [ x ]	Superv. rotação [ ]
Coxins [ ]	Revestimento carcaça [ ]	Tela proteção ent. [ ]
Dreno [ x ]	Selo vedação [ x ]	Tela proteção sai. [ ]

